

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС ОХЛАДИТЕЛЯ»

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 015

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС ОХЛАДИТЕЛЯ»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалообработка»  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 015

Исполнитель:  
студент группы ТО-401п

В.К. Исаков

Руководитель:  
доцент, к.п.н.

Т.Б. Соколова

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 165 листов печатного текста, 27 иллюстраций, 41 таблица, 30 использованных источников, 5 приложений на 55 листах, графическую часть на 10 листах и 1 компакт-диск.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, СТАНОК С ЧПУ, ИНСТРУМЕНТ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЯ.

В работе был усовершенствован базовый технологический процесс обработки детали «Корпус охладителя».

Проанализирован базовый технологический процесс, выбрано современное оборудование, рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали, разработана управляющая программа.

В экономической части выполнен расчет затрат и определена экономическая эффективность предлагаемого технологического процесса.

Разработан учебный план с учетом требований профессионального стандарта и методика проведения занятия для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор – наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 3-го разряда.

					ДП 44.03.04.015 ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус охладителя» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Исаков В.К.					2	162
Пров.		Соколова Т.Б.				ФГАОУ ВО РГПТУ, ИИПО, КАФ. ИММ, ГРУППА ТО-401п		
Н. контр		Суриков В.П.						
Зав. каф.		Гузанов Б.Н.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ .....	6
1.1. Анализ исходных данных.....	6
1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Корпус охладителя» .....	8
1.3. Анализ технологичности конструкции детали .....	16
1.3.1. Качественный анализ технологичности .....	17
1.3.2. Количественный анализ технологичности .....	17
1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Корпус охладителя».....	18
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	20
2.1. Определение типа производства.....	20
2.2. Выбор заготовки.....	23
2.3. Выбор технологических баз.....	28
2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Корпус охладителя» .....	31
2.5. Выбор технологического оснащения .....	32
2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента.....	36
2.7. Расчет припусков на механическую обработку .....	44
2.8. Выбор режимов резания .....	51
2.9. Расчет технических норм времени .....	54
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	59
3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 828D sl .....	59
3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ .....	59
3.3. Разработка управляющей программы.....	61
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	65
4.1. Определение количества технологического оборудования.....	65
4.2. Определение капитальных вложений в оборудование .....	68

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	68
4.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса .....	83
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	88
5.1. Обоснование методической разработки .....	88
5.2. Описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК .....	89
5.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» .....	90
5.4. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК .....	94
5.5. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Современные металлорежущие инструменты» .....	98
5.6. Выбор учебного занятия и разработка плана и плана-конспекта .....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень графического материала.....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Методическое обеспечение урока.....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Презентация к занятию .....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Фрагмент управляющей программы.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации.....	127

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение в современном мире является важнейшей отраслью хозяйственной деятельности, определяющей степень и прогресс развития различных отраслей промышленности: металлургии, энергетики, сельского хозяйства, оборонной промышленности и многих других. В индустриальном обществе машиностроение являлось ключевой отраслью, уровень её развития показывал экономическую мощь страны, а также военный потенциал. При переходе в информационное общество машиностроение не потеряло своей ключевой роли, так как именно разработка и создание средств производства обеспечивает экономическую независимость и безопасность регионов и стран. Современное машиностроение характеризуется большой технологичностью и наукоёмкостью, таким образом, развитие данной отрасли связано с необходимостью укрепления науки и образования.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус охладителя». В разработанном технологическом процессе будут применяться станки с ЧПУ и высокопроизводительный инструмент.

Достижение цели определило ряд задач:

- 1) Анализ исходных данных: служебного назначения, технических характеристик, технологичности конструкции детали «Корпус охладителя»;
- 2) Сравнение вариантов метода получения заготовки;
- 3) Решение вопросов базирования;
- 4) Выбор оборудования и режущего инструмента;
- 5) Разработка технологического маршрута обработки детали;
- 6) Расчет экономических показателей базового и проектируемого технологического процесса, их сравнение;
- 7) Разработка методической части по повышению квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

### 1.1. Анализ исходных данных

Деталь представляет собою часть механизма. Она является частью охладителя, который устанавливается на двигатель 8ДМ21Л. Данная деталь предназначена для охлаждения системы смазки ДВС. Система охлаждения предназначена для поддержания оптимального теплового состояния двигателя в пределах 80-90°C. Сильный нагрев может вызвать нарушения нормальных рабочих зазоров и, как следствие, усиленный износ, заклинивание и поломку деталей, а так же снижение мощности двигателя.

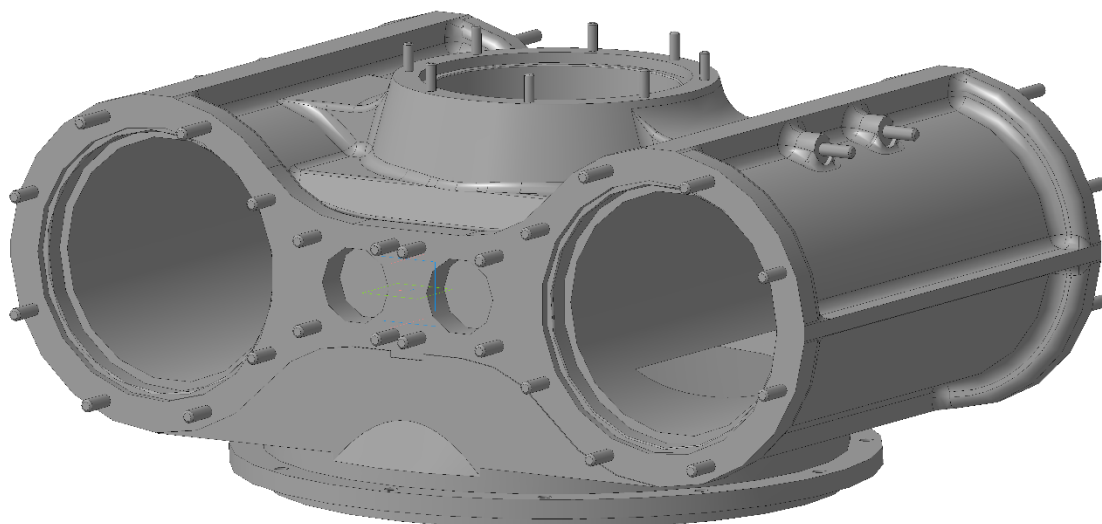


Рисунок 1 – Деталь «Корпус компрессора»

Масса детали – 34 кг.

Годовая программа выпуска – N=400 шт.

Деталь изготовлена из сплава АЛ9 ГОСТ 1583-93. Это алюминиево-кремниевый сплав, востребованный в строительстве, авиастроении, машинном, автотракторном и тракторном производстве. Его ценят за превосходные литейные свойства, хорошую свариваемость, обрабатываемость и сопротивление коррозии.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

В таблице 1 приведён химический состав сплава АЛ9, а в таблице 2 приведены механические свойства сплава АЛ9 [19].

Из сплава АЛ9 изготавливают отливки сложных форм, имеющие повышенную плотность, небольшую усадочную пористость и способность к горячему трещинообразованию. Такие литые детали легко выдерживают средние нагрузки в ответственном узле, и увеличивают срок его службы.

Таблица 1 – Химический состав сплава АЛ9 (ГОСТ 1583-93)

Al	Si	Fe	Mn	Mg	Zn	Cu	Be	Pb	Sn
89,6- 93,8%	6-8%	До 1,5%	до 0,5%	0,2- 0,4%	до 0,3%	до 0,2%	до 0,1%	до 0,05%	До 0,01%

Таблица 2 – Механические свойства сплава АЛ9 (ГОСТ 1583-93)

Получение		Размер	$\sigma_n$ (МПа)	$\sigma_T$ (МПа)	$\delta_5$ (%)
Литьё песчаную форму	в	440x720x320	170	120	2
Литьё кокиль	в	440x720x320	230	140	4



## 1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Корпус охладителя»

Технические требования, предъявляемые к детали, соответствуют требованиям, предъявляемым к детали типа «корпус охладителя». На основе анализа технических требований сформулированы технологические задачи:

### 1. Обеспечить точность размеров:

- Основных диаметральных: Ø265; Ø440; Ø450; Ø500.
- Остальных диаметральных: 32 отв. М10-2Н5С; 9 отв. М16х1,5-5Н6Н; 8 отв. М8-2Н5D; Ø190; Ø213(+1,15); Ø203,6 Н9; Ø11; Ø28.
- Линейных: 100 мм; 34 мм; 15мм; 12 мм; 3 мм; 223 мм.
- Угловых: 45°

### 2. Обеспечить точность расположения поверхностей:

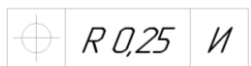
- Позиционирование: 16 отв. М10-2Н5С относительно базы Н;



*R 0,25*

*T*

16 отв. М10-2Н5С относительно базы Т;



*R 0,25*

*И*

11 отв. Ø11 мм относительно базы И;



*R 0,25*

*И*

8 отв. М8-2Н5D относительно базы И;



*R 0,25*

8 отв. М16х1,5-5Н6Н.

### 3. Обеспечить качество поверхностей:

- Шероховатость базовых поверхностей/отверстий

Ra 5: 16 отв. М10-2Н5С; 100мм; 2 отв. Ø203,6 Н9; 16 отв. М10-2Н5С; 8 отв. М16х1,5-5Н6Н; Ø500/ Ø450; 8 отв. М8-2Н5D; отв. М16-5Н6Н

Ra 10: 1х45°; 2 отв. Ø 213; 15 мм;

Ra 20: 2 отв. Ø265; Ø450/ Ø440; 11 отв. Ø11; 2 паза 12 мм; Ø28; 34 мм; 1,6х45°.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- Остальных неуказанных поверхностей Ra 25.

4. Обеспечить выполнение других технических требований, указанных на чертеже:

- Материал заменитель АК5(АЛ5) ГОСТ 1583-93.
- Неуказанные линейные радиусы 5...10 мм, уклоны -2°.
- Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14,  $\pm \frac{t_2}{2}$ .
- Покрытие наружных необработанных поверхностей – эмаль ВЛ-515 красно-коричневая, эмаль ПФ-115 желтая ГОСТ 6465-76. VII.У2-ХЛ-6-4/1, площадь покрытия 1,5 м<sup>2</sup>, внутренних необработанных поверхностей – эмаль ВЛ-515 красно-коричневая, площадь покрытия 1,75 м<sup>2</sup>
- Полость С испытать на герметичность водой давлением 0,45...0,5 МПа, (4,5...5,0 кгс/см<sup>2</sup>) с выдержкой в течение 3 минут. Течь не допускается.
- Маркировать шрифтом 10-Пр3 ГОСТ 26.008-86. Выпуклость букв 1,5 мм.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3 – Анализ чертежа детали «Корпус охладителя»

Наименование детали № чертежа	Тип детали	Материал детали ГОСТ	Масса детали, кг.	Шероховатость Ra, мкм.	Технические требования				
					Термообработка, твердость HB, HRC <sub>3</sub>	№ поверхности Рис. – 1, 2, 3	Точность		Другие технические требования
							Размеров, квалитет	Отклонений и формы расположения поверхностей	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Корпус распределителя» 0390-40-031	Корпус	АЛ-9 ТУ 108.22.033-81	32	20	Покрытие наружных необработанных поверхностей – эмаль ВЛ-515 красной-коричневая, эмаль ПФ-115 желтая ГОСТ 6465-76. ВП.У2-ХЛ-6-4/1, площадь покрытия 1,5 м <sup>2</sup> , внутренних необработанных поверхностей – эмаль ВЛ-515 красной-коричневая, площадь покрытия 1,75 м <sup>2</sup>	1	Ø265		Технические требования согласно чертежу
				20		2	Ø265		
				25		3	Ø190 H11		
				25		4	Ø190 H11		
				5		5	M10-2H5C		
				5		6	M10-2H5C		
				5		7	M10-2H5C		
				5		8	M10-2H5C		
				25		9	Фаска 1,6x45°		
				5		10	100		
				10		11	Ø213(+1,1 5)		
				10		12	Ø213(+1,1 5)		
				5		13	Ø203,6 H9		
				5		14	Ø203,6 H9		
				5		15	M10-2H5C		
				5		16	M10-2H5C		
				5		17	M10-2H5C		

## Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				5		18	M10-2H5C		
				5		19	M16x1,5- 5H6H		
				25		20	Фаска 1,6x45°		
				25		21	Фаска 1,6x45°		
				20		22	Ø450/440		
				5		23	Ø500/ Ø450		
				10		24	Фаска 1x45°		
				10		25	34 и 15		
				20		26	Ø11		
				25		27	Фаска 1,6x45°		
				20		28	12 и 3		
				20		29	12 и 3		
				5		30	M8-2H5D		
				25		31	223		
				5		32	M16-5H6H		
				20		33	Ø28		
				25		34	1,6x45°		
				20		35	1,6x45°		

Технические требования, предъявляемые к детали, соответствуют требованиям, предъявляемые к детали типа корпус.

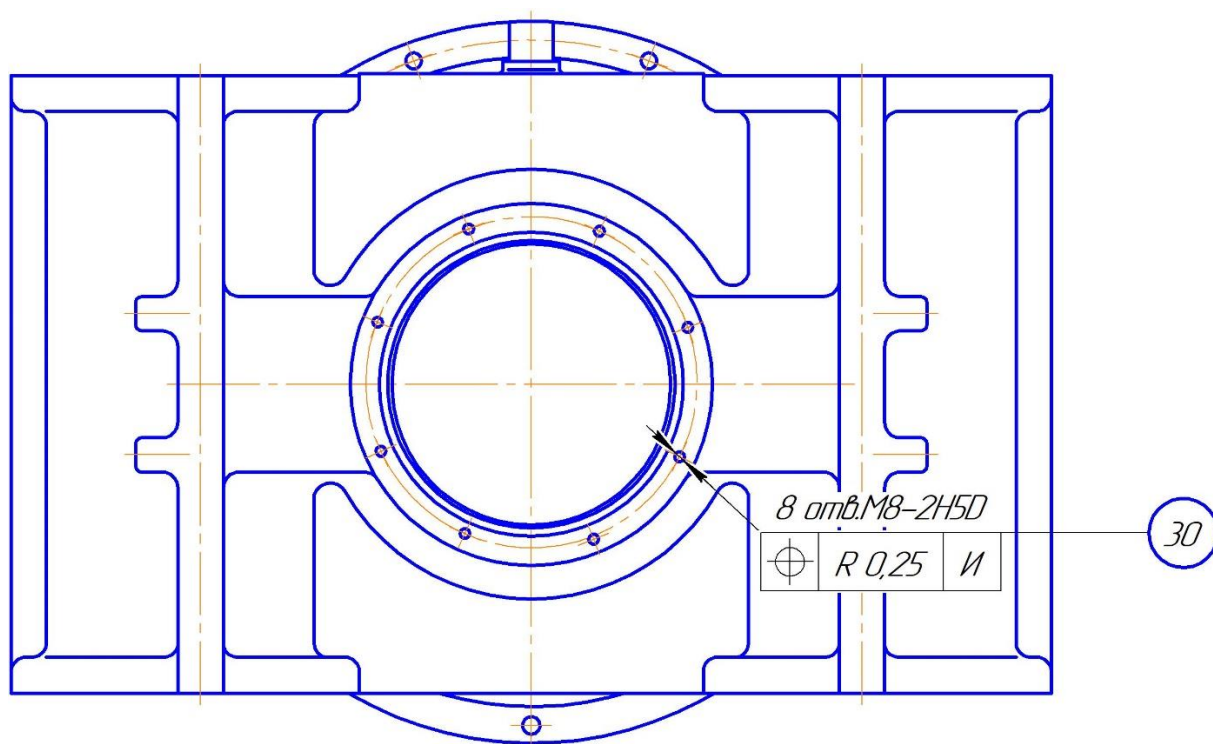


Рисунок 2 – Главный вид. Нумерация поверхностей детали «Корпус охладителя»

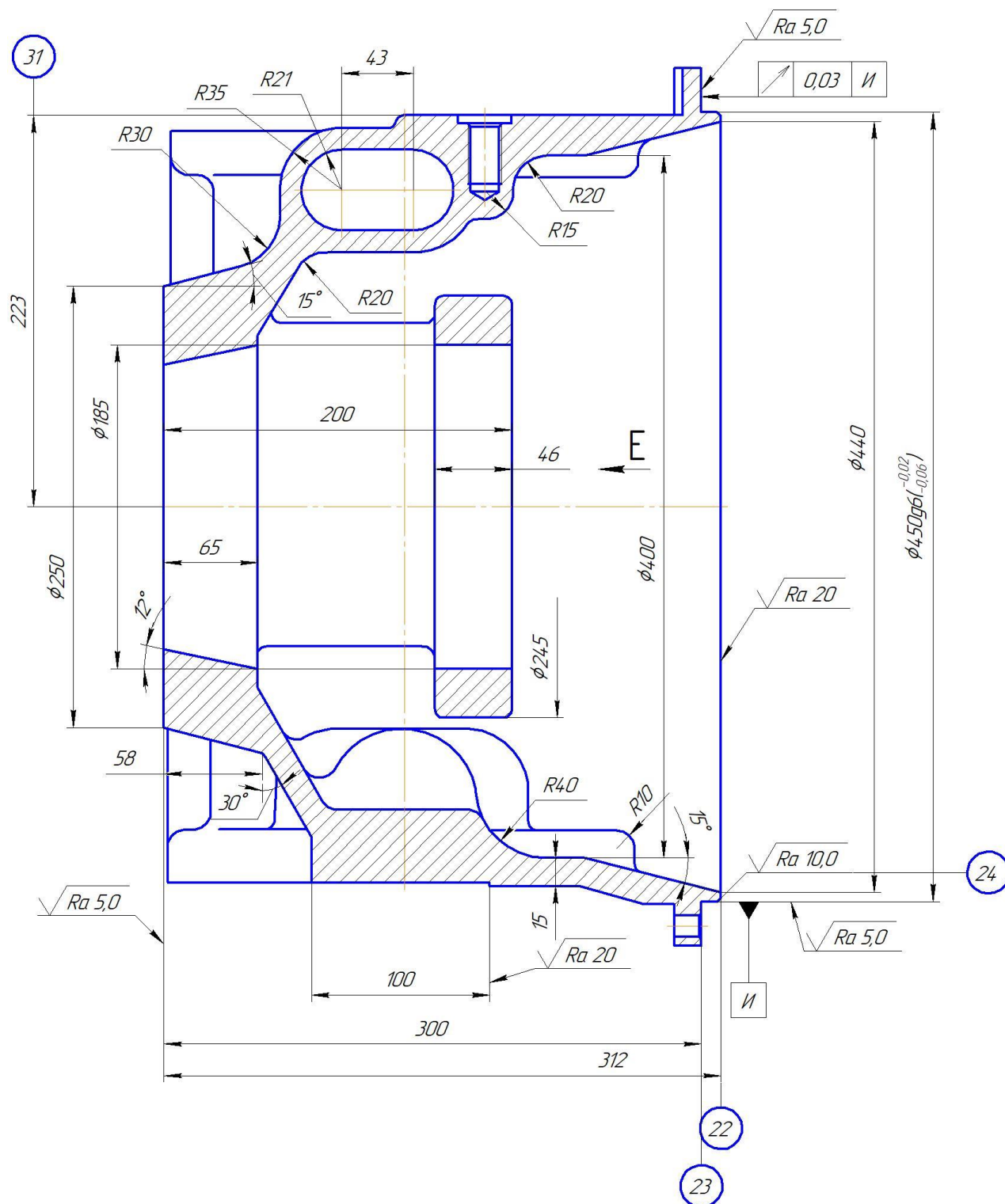


Рисунок - 3 Сечение А-А. Нумерация поверхностей детали «Корпус  
охладителя»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.015.ПЗ

Лист

13





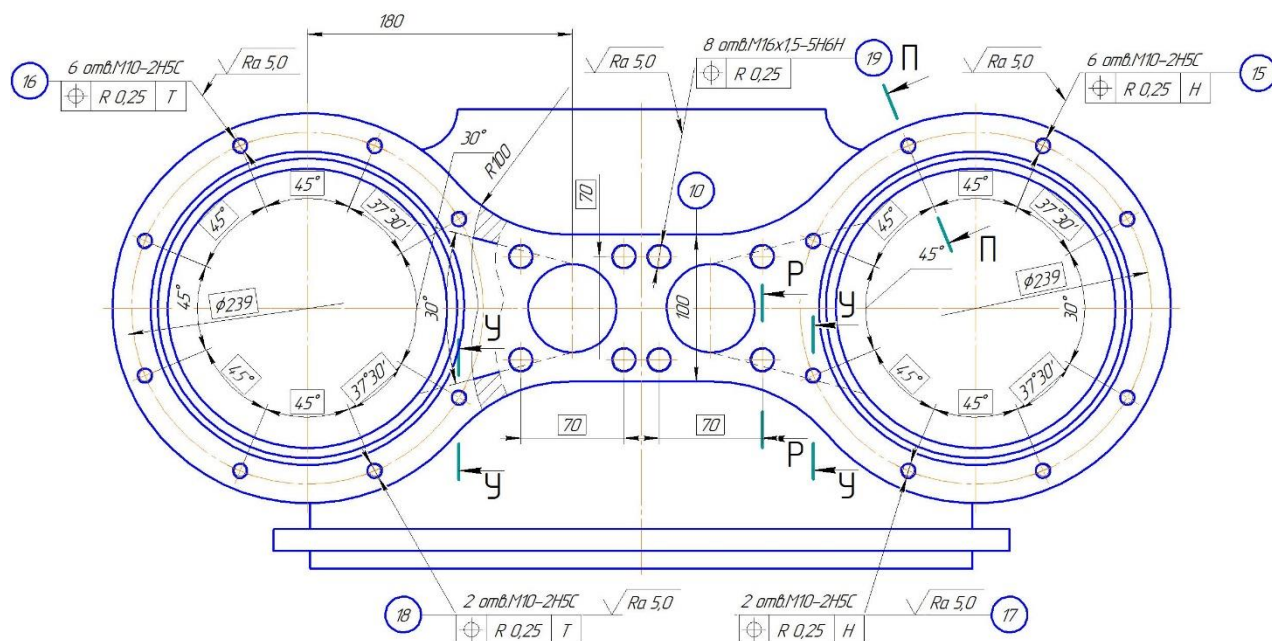


Рисунок 6 - Вид Г. Нумерация поверхностей детали «Корпус охладителя»

В-В

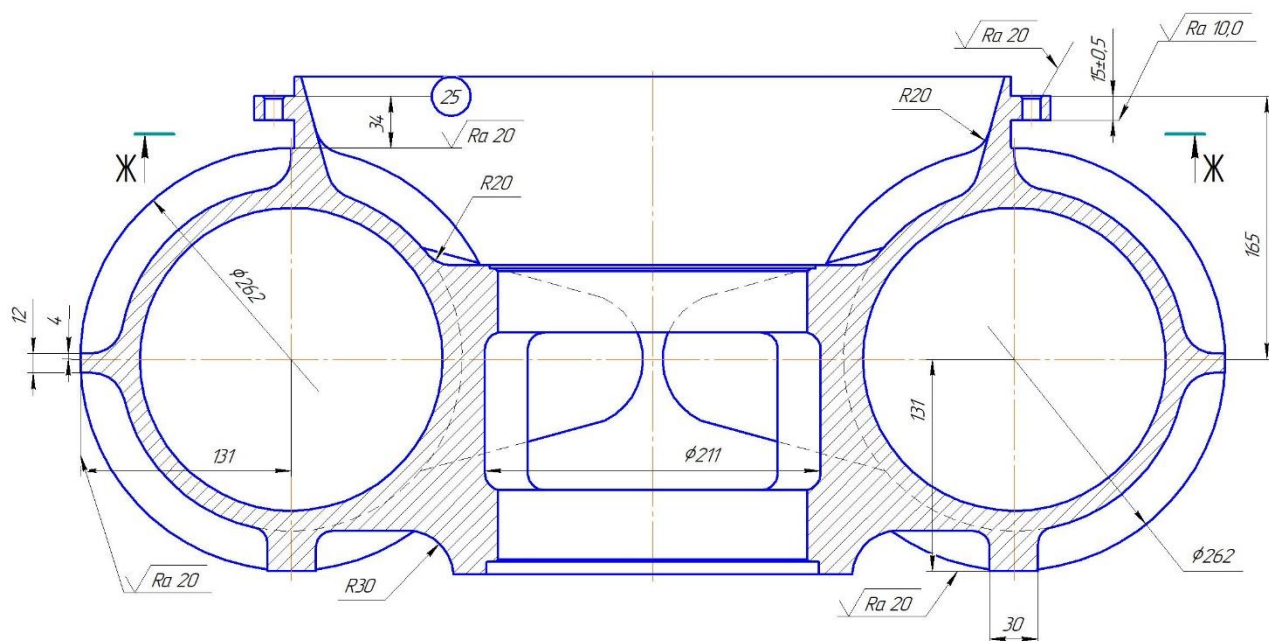


Рисунок 7 - Сечение В-В. Нумерация поверхностей детали «Корпус охладителя»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.015.ПЗ

Лист

15



### 1.3. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции заключается в оценке возможности изготовления детали по заданному чертежу. Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами.

Оценка технологичности конструкции бывает 2-х видов: качественной и количественной. Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно на основании опыта исполнителя и допускается на всех стадиях проектирования как предварительная. Количественная оценка технологичности конструкции детали выражается числовыми показателями и рациональна в том случае, если эти показатели существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции.

Произведем оценку технологичности детали на основе её чертежа.

Оценка технологичности проводится качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83. Конструкция детали должна не только обеспечивать её эксплуатационные требования, но и требования к её наиболее экономичного изготовления.

Основные требования технологичности:

- обоснованный выбор материала детали и соответствие требований качества поверхностного слоя с маркой материала детали;
- возможная простота конструкции; наличие поверхностей, удобных для базирования и закрепления при установке на станках, на всех операциях, возможность сокращения числа перестановок при обработке;
- отсутствие сложных контурных обрабатываемых поверхностей;
- возможность использования стандартизованных и нормализованных режущих инструментов и измерительных;
- конструкция детали должна обеспечивать нормальный вход и выход режущего инструмента;

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Унификация размеров с целью сокращения номенклатуры инструмента и использование типовых подпрограмм на станках с ЧПУ и т.д.

### 1.3.1. Качественный анализ технологичности

1. Конфигурация детали и материал позволяют применять наиболее прогрессивные методы обработки, современный режущий и контрольный инструмент.

2. При создании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки.

3. Конструкция детали достаточно жесткая.

4. Деталь имеет надёжные установочные базы, соблюдается принцип постоянства и совмещения баз.

5. Поверхности, указанные в качестве технологических баз, хорошо обеспечивают жесткость и устойчивость при установке.

6. Удобный подвод режущего инструмента к зоне резания.

7. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки.

### 1.3.2. Количественный анализ технологичности

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам [9, стр. 29]:

1. Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_{з}}, \quad (1)$$

где  $M_{д}$  – масса детали по чертежу, кг;

$M_{з}$  – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = \frac{34}{50} = 0,68.$$

2. Коэффициент точности обработки детали:

$$K = \frac{T_H}{T_D}, \quad (2)$$

где  $T_H$  – число размеров не обоснованной степени точности обработки;

$T_D$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K = \frac{20}{35} = 0,57.$$

3. Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{Ш} = \frac{Ш_K}{Ш_O}, \quad (3)$$

где  $Ш_K$  – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости, шт.;

$Ш_O$  – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт.

$$K_{Ш} = \frac{30}{42} = 0,4.$$

По качественным и количественным показателям деталь является достаточно технологичной.

#### 1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Корпус охладителя»

Фактические припуски на обработку детали соответствуют чертежу заготовки;

Принципы базирования для данного технологического процесса соблюдается. Это объясняется, прежде всего тем, что выбранные черновые и чистовые базы соответствуют принципам базирования, а именно: постоянство баз, совмещение баз.

- принцип совмещения баз – в качестве технологических баз принимаются конструкционные, используемые для определения положения детали в пространстве

- принцип постоянства баз – на основных операциях используются одни и те же базы.

Технология получения точных и ответственных поверхностей подразделяется на этапы: черновой, получистовой, чистовой обработки.

Маршрут изготовления детали и нормы времени на каждую операцию механической обработки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Операции базового технологического процесса механообработки

Номера операций	Операция	Оборудование	$T_{шт-к}$ , мин
005	Горизонтально-расточная	2А636Ф1	331,8726
010	Разметка	Плита 2-3-2000х1000	55,2
015	Горизонтально-расточная	2А636Ф1	218,2664
020	Горизонтально-расточная	2А636Ф1	390,0828
025	Горизонтально-расточная	2А636Ф1	108,5693
030	Горизонтально-расточная	2А636Ф1	33,2333
035	Слесарная	Верстак слесарный	17,31
040	Гидроиспытание	Стенд 2607.62.016.00.000	14,1
040	Промывка	Машина моечная МСТ 800	9,91
045	Контроль	Стол контрольный	
			$T_{шт-к} = \Sigma 1178,5444_{мин}$

В базовом технологическом процессе механической обработки детали используются универсальный режущий инструмент и универсальное оборудование.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Определение типа производства

В соответствии с заданием годовая программа выпуска равна 1500 шт. С учетом годовой программы и массы детали раной 34 кг определяется тип производства в соответствии с таблицей 5. Для рассматриваемого варианта производство является среднесерийным [9, стр.33].

Таблица 5 – Ориентировочные данные для определения типа производства

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей N, шт. в зависимости от типа производства			
	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1	< 2000	2000 – 75000	75000 – 200000	> 200000
1 - 2,5	<1000	1000 – 50000	50000 – 100000	> 100000
2,5 - 5	< 500	500 – 35000	35000 – 75000	> 75000
5 - 10	< 300	300 – 25000	25000 – 50000	> 50000
> 10	< 200	200 – 10000	10000 – 25000	> 25000

Определим тип производства, характеризующийся коэффициентом закрепления операций Кз.о., который определяется по формуле [9,стр.33]:

$$Кз.о. = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций;

$\sum P$  - суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Годовая программа выпуска из задания равна N=1500 шт. в год.

Установим соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью рабочих мест (оборудования) в соответствии с нормативными коэффициентами загрузки оборудования.

Обладая данными о штучно-калькуляционном времени, затраченном на каждую операцию, можно определить количество станков для каждой операции механической обработки детали по формуле [9,стр.34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{зн}}, \quad (5)$$

где  $N$ - годовая программа выпуска деталей, шт.;

$T_{шт-к}$  - штучно-калькуляционное время, мин.;

$F_D$  - действительный годовой фонд времени,  $F_D = 3946$  ч. (при двухсменной работе);

$\eta_{зн.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства –  $0,75 \div 0,85$ .

Для первой операции рассчитаем по формуле (5) количество станков, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$m_{p005} = \frac{1500 \cdot 331,8726}{60 \cdot 3946 \cdot 0,75} = 2,8.$$

После расчета для всех операций  $m_p$  устанавливаем принятое число рабочих мест  $P$ , округляя его до большего ближайшего целого числа полученное значение  $m_p$ .

Для каждой операции вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле [4, стр.35]:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (6)$$

где  $m_p$  – расчетное количество станков;

$P$  – принятое количество станков.

Для первой операции рассчитаем по формуле (6) значение фактического коэффициента загрузки рабочего места, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$\eta_{з.ф005} = \frac{0,06}{1} = 0,06.$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (O), определяется по формуле [4, стр.35]:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}, \quad (7)$$

где  $\eta_{з.н}$  – коэффициент загрузки оборудования;

$\eta_{з.ф}$  – фактический коэффициент загрузки.

Для первой операции рассчитаем по формуле (7) количество операций, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,06} = 12,5.$$

Таблица 6 – Данные базового тех. процесса для расчета  $K_{з.о.}$

Номера операций	$T_{шт-к}$ , мин	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
005	331,8726	2,8	3	0,93	0,8
015	218,2664	1,8	2	0,9	0,83
020	390,0828	3,29	4	0,82	0,91
025	108,5693	0,9	1	0,9	0,83
030	33,2333	0,28	1	0,28	2,68
	$T_{шт-к} = \Sigma 1082,0244$		$\Sigma P = 11$		$\Sigma O = 6,05$

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями.

Коэффициент закрепления операций рассчитаем по формуле (4)

$$K_{з.о.} = \frac{6,05}{11} = 0,55.$$

$K_{3.0.} \leq 1$  – характеристика массового производства по таблице 5.

$0,55 \leq 1$ .

Определение организационно-технологической характеристики типа производства.

Форма организации производственного процесса – групповая.

Определим количество деталей в партии по формуле [9, стр.36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{247}, \quad (8)$$

где  $a$  – периодичность запуска в днях;

247 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{1500 \cdot 6}{247} = 36,44 \text{ шт.}$$

Примем  $n = 36$  шт. – размер партии деталей.

## 2.2. Выбор заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали [21]. На выбор заготовки влияют следующие факторы:

- Материал- алюминиевый литейный сплав АЛ9 ГОСТ 1583-93 [15].
- Объем и тип производства - годовая программа выпуска-400 штук; производство - среднесерийное.
- Тип детали – корпус.
- Размеры детали и оборудование, на котором она изготавливается.
- Экономичность изготовления заготовки.

В базовом технологическом процессе вид заготовки – отливка. Способ получения заготовки – отливка в песчаные формы. В новом технологическом процессе способ получения заготовки – отливка в кокиль. Если рассматривать данный вид получения заготовки не посредственно для партии 400 шт., то он будет целесообразен и его нужно оставить.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Литье в кокиль экономически целесообразно при величине партии не менее 300-500 шт. для мелких отливок и 30-50 шт. для крупных отливок. Этим способом можно получать отливки массой 0,25-7 т.

Литьё металлов в кокиль — более качественный способ. Литьё в кокиль — это технологический процесс изготовления отливок путём заливки металлического расплава в многооборотные формы, выполненные из металла. Такую форму называют кокиль. Он состоит из 2-х полуформ, плиты и вставки. Полуформы скрепляют с помощью замков. Для выравнивания и центрирования используют штыри. После застывания и охлаждения, кокиль раскрывается и из него извлекается изделие. Затем кокиль можно повторно использовать для отливки такой же детали.

В отличие от других способов литья в металлические формы (литьё под давлением, центробежное литьё и др.), при литье в кокиль заполнение формы жидким сплавом и его затвердевание происходят без какого-либо внешнего воздействия на жидкий металл, а лишь под действием силы тяжести.

Технология изготовления отливок при литье в кокиль включает в себя несколько этапов: очистка поверхностей от грязи, нагрев кокильной формы перед заливкой в неё раскаленного металла, нанесение термоизолирующего покрытия, установка стержней и втулок, закрытие кокиля, заливка металла через литник, охлаждение формы до заданной температуры, открытие кокиля, извлечение отливки из формы, удаление литников. При многократном использовании кокиль коробится и размеры отливок в направлениях, перпендикулярных плоскости разъёма, увеличиваются.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7 – Класс размерной точности отливки (ГОСТ Р 53464-2009)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава	Ряд припусков
		Термообрабатываемые стальные сплавы	
		Классы точности	
В кокиль	750x500	9-13	5-10

Таблица 8 – Класс точности массы отливки (ГОСТ Р 53464-2009)

Способ литья	Номинальная масса отливки, кг	Тип сплава
		Термообрабатываемые стальные сплавы
В кокиль	40-100	9т-16

В технологических требованиях заготовки базового технологического процесса указана точность отливки 9–0–0–10. Данное требование в соответствии с таблицами 7 и 8 так же соблюдается для кокильного литья.

По ГОСТ Р 53464-2009 точность отливки 9–0–0–10 расшифровывается следующим образом: 9 – класс размерной точности; 0 – степень коробления; 0 – степень точности поверхностей; 10– класс точности массы отливки [14].

Так же по ГОСТ Р 53464-2009 выбраны припуски на механическую обработку. Припуски на все размеры заготовки будут равны 5 мм. Вид заготовки со всеми размерами представлен на чертеже ДП 44.03.04.015.01.

Далее посчитаем экономическое обоснование получения, заготовок литьем в кокиль.

Получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Литье в кокиль  $K_{\text{им}}=0,75$ ;

Сравнение методов получения заготовки на основе расчета стоимости заготовки с учетом ее черновой обработки по формуле [9, стр.62]:

Сравнение проведем в два этапа:

1. Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Литье в песчаные формы  $K_{им}=0,68$ ; литье в кокиль –  $K_{им}=0,75$ .

2. Сравнение методов получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки (в рублях) с учетом ее черновой обработки:

$$C_3 = M \cdot C_M - M_o \cdot C_o + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left( 1 + \frac{C_{ц}}{100} \right), \quad (9)$$

где  $M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_M$  - оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки.[ стр. 63-65, т.3.16-3.19]

$M_o$  - масса отходов материала, кг;

$C_o$  - цена 1 кг отходов, р.[ стр.65, т 3.20];

$C_{з.ч}$  - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. - ч; (стр.65, т3.21)

$T_{шт(ш-к)}$  - штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч. [ стр.164, прил. 16];

$C_{ц}$  - цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (10)$$

где  $C_{31}, C_{32}$  - стоимости сопоставляемых заготовок, р.;

$N$  – годовая программа, шт.

$\mathcal{E}_3$  - экономический эффект, р.

Рассчитаю нужные значения по формулам 13,14,19 и занесу полученные данные в таблицу.

Таблица 9 - Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-ый вариант	2-й вариант
Материал детали – сплав АК7ч Масса детали – 34 кг Годовая программа – 16000 Тип производства – крупносерийное	Вид заготовки  Класс точности Масса заготовки, кг Стоимость 1т заготовок (руб.) Стоимость 1т стружки (руб.) Коэффициент использования металла	Литье в песчаные формы  9 50 230 146 0,57	Литье в кокиль  9 45,3 230 146 0,75

Средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел.-ч:

$$C_{з.ч.1} = 0,670 \text{ р./чел. -ч.}$$

$$C_{з.ч.2} = 0,670 \text{ р./чел. -ч.}$$

Рассчитаем стоимость заготовки по формуле (9):

$$C_{з1} = 50 \cdot 0,23 - 16 \cdot 0,146 + 0,67 \cdot 331,8726 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 431,6378 \text{ руб.}$$

$$C_{з2} = 45,3 \cdot 0,23 - 11,3 \cdot 0,146 + 0,67 \cdot 272,3519 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 355,4732 \text{ руб.}$$

Рассчитаем экономический эффект по формуле (10):

$$\mathcal{E}_3 = (431,6378 - 355,4732) \cdot 16000 = 1218634 \text{руб.}$$

В результате сравнения двух вариантов изготовления заготовки следует, что экономически выгодно изготавливать заготовку литьём в кокиль.

### 2.3. Выбор технологических баз

При обработки на станках, заготовки должны быть правильно ориентированы относительно механизмов и узлов станка, который определяет траекторию движения инструментов

Выбор баз является одним из важнейших вопросов при разработке технологического процесса механической обработки деталей, так как правильным выбором баз в значительной мере обеспечивается заданная точность обработки.

Основные принципы и требования к выбору технологических баз [12]:

- принцип совмещения баз: когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии при назначении технологических баз для точной обработки следует принимать поверхности, которые одновременно являются конструкторскими и измерительными;
- принцип постоянства баз заключается в том, что при разработке технологического процесса необходимо стремиться к использованию одной и той же технологической базы, не допускается смены технологической базы (не считается черновой);
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Оценку точности базирования при выполнении каждой операции рекомендуется производить в следующем порядке:

1. Установить соблюдается ли принцип совмещения баз при выдерживании заданных размеров. При этом следует рассмотреть основные размеры или

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

группы идентичных размеров детали по различным координатным направлениям. При совмещении технологической и измерительной базы погрешность базирования равна нулю.

2. Если принцип совмещения баз не соблюдается, установить оказывает ли это влияние на точность обработки по данным параметрам.

Следует иметь в виду то, что в ряде случаев точность размеров обеспечивается за счет наладки инструментов относительно друг друга и от базирования не зависит.

Операция 005 «Гризонтально-расточная с ЧПУ» Установ А.

Станок горизонтально-расточной HBV 110R CNC, характеристики короткого приведены в таблице 11.

Заготовка устанавливается в приспособление.

Операция 005

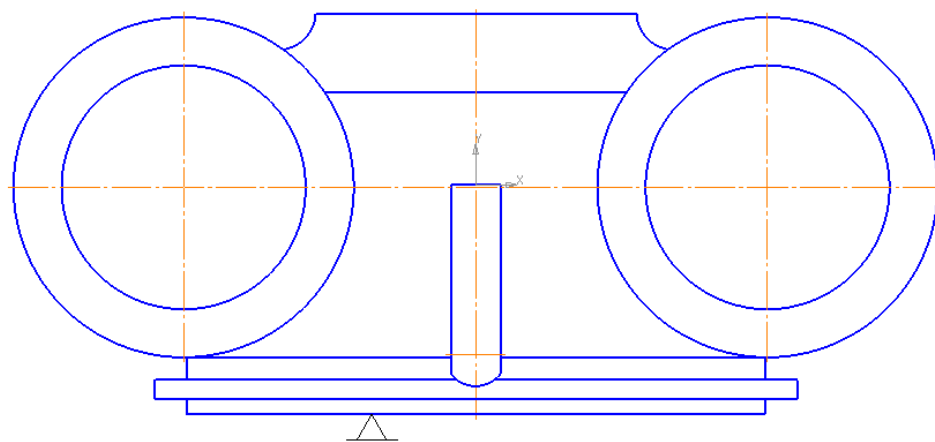


Рисунок 8 – Схема базирования на операции 005 (Установ А)

Операция 005 «Горизонтально-расточная с ЧПУ» Установ А.

Станок горизонтально-расточной HBV 110R CNC, характеристики короткого приведены в таблице 11.

Операция 025

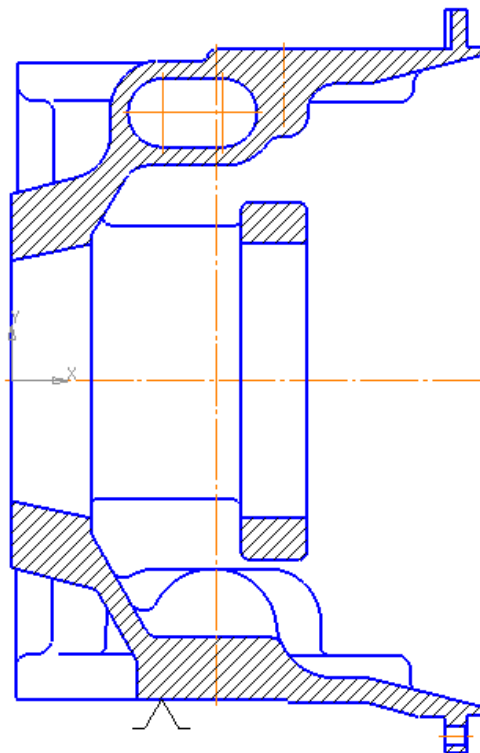


Рисунок 9 – Схема базирования на операции 005 (Установ Б)

## 2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Корпус охладителя»

В данном технологическом процессе предлагается заменить универсальное оборудование на горизонтально-расточной станок HBV 110R CNC. В связи с тем, что изготовление детали переводят на станок с ЧПУ, предлагается следующий технологический процесс изготовления детали «Корпус охладителя». Новый вариант технологического процесса представлен в таблице 10, сам технологический процесс с МК, КЭ, ОК, КК приведены в приложении Д [10].

Таблица 10 – Технологический маршрут механической обработки детали «Корпус охладителя»

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Инструмент	Оборудование
1	2	3	4
005 Установ А, Б	1. Фрезеровать поверхность 1,3 как «чисто», убирая остатки от прибыли 2. Расточить 2 отв. выдерживая размеры 6, 16 3. Сверлить 16 отв. под резьбу 17,25, выдерживая координаты отв. 4. Зенковать фаски в 16 отв. выдерживая размеры 40,44 5. Нарезать резьбу в 16 отв., выдерживая размеры 17, 25, 396. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 20,27 7. Сверлить отв под резьбу 24, выдерживая размеры 21, 22, 23, 26, 29 8. Нарезать резьбу, выдерживая размеры 24,25 9. Фрезеровать поверхности 1,3 как «чисто» убирая остатки от прибыли 10. Фрезеровать поверхности 9,15,30 11. Расточить 2 отв., выдерживая размеры 13, 14 12. Расточить 2 отв., выдерживая размеры 7,12	Фреза BT50 FMA 47.625 «KORLOY» Пластина SNKN 1204ENN «KORLOY» Пластина TPGT080202R «KORLOY» Державка CTFPRP12CA «KORLOY» Сверло MSD087-Nx48x97Lx9S «KORLOY» Зенковка Garant 20 150050 Метчик Garant M10 130180 Фреза FMRS1012HRD-M «KORLOY» Пластина RDKW501M0F «KORLOY» Фреза FMRS1012HRD-M «KORLOY» Пластина RDKW501M0F «KORLOY» Комбинированный инструмент BDS Karloy	HBV 110R CNC



## Окончание таблицы 10

1	2	3	4
005 Установ А, Б	13. Сверлить 16 отв., под резьбу 28,33, выдерживая координаты отв. 14. Сверлить 8 отв. под резьбу 15. Зенковать фаски в 16 отв., выдерживая размеры 40,44 16. Зенковать фаски в 8 отв., выдерживая размер 41 17. Нарезать резьбу в 16 отв., выдерживая размеры 28,33,39 18. Нарезать резьбу в 8 отв., выдерживая размеры 32,42 19. Фрезеровать поверхности 9,10 20. Фрезеровать поверхность 12 как «чисто», убирая остатки от прибыли 21. Сверлить 8 отв., под резьбу 15, выдерживая размер 19 22. Зенковать фаски в 8 отв., выдерживая размер 17 23. Нарезать резьбу в 8 отв., выдерживая размеры 15,18 24. Подрезать торец, точить фаску, точить диаметр 25. Фрезеровать фланец, выдерживая размеры 7,8,10 26. Сверлить 11 отв., выдерживая размер 12 27. Зенковать фаски в 11 отв., выдерживая размер 5 28. Фрезеровать 2 паза, выдерживая ра	Метчик Garant M16 130180 Пластина TPGT080202R «KORLOY» Державка CTFPR12CA-16 «KORLOY» Сверло MSD 143x70x137L-9S «KORLOY» Метчик Garant M16x1,5 130180 Сверло MSD 069x40x84L-9S «KORLOY» Фреза FMRS1012HRD-M «KORLOY» Пластина RDKW501M0F «KORLOY» Пластина TPGT080202R «KORLOY» Державка CTFPR12CA-16 «KORLOY» Сверло MSD 143x70x137L-9S «KORLOY» Сверло MSD 069x40x84L-9S «KORLOY» Метчик M10 Garant 130180 Пластина CNMG120408 «KORLOY» Державка CNMG2525-K09 «KORLOY» Фреза 1001418R «KORLOY» Пластина SDXT 09M405R-MA «KORLOY» Сверло MSD110x60x118L-9S «KORLOY» Фреза FMRS1012 HRD-M «KORLOY» Пластина RDKW0501M0F «KORLOY»	HBV 110R CNC

## 2.5. Выбор технологического оснащения

Технологическое оснащение – комплекс элементов, обеспечивающий выполнение процесса изготовления деталей заданной точности и производительности с оптимальными затратами на производстве.

К средствам технологического оснащения относят: технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное); технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); средства механизации и автоматизации технологических процессов.

В производственных условиях достигается высокое качество продукции, уменьшается себестоимость изготовления деталей, облегчаются условия труда.

Выбор технологического оборудования – станков зависит от:

- метода обработки;
- возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхностей изготавливаемой детали;
- габаритных размеров заготовок и размеров обработки;
- мощности, необходимой для резания;
- производительности и себестоимости в соответствии с типом производства;
- возможности приобретения и цены станка;
- степени удобства и безопасности работы станка.

Для данной технологии выберем станок: горизонтально-расточной станок с ЧПУ марки HBW 110 CNC

Описание оборудования: Горизонтально-расточной станок с ЧПУ HBW 110 CNC –тяжелый расточный станок с ЧПУ Siemens 828D для обработки габаритных и тяжелых деталей. Бесступенчатая регулировка числа оборотов шпинделя и поперечных салазок суппорта. Контроль системой ЧПУ Siemens 828 D по 3-осям. Телескопические стальные кожухи защищают направляющие от стружки и загрязнений. Жесткие четырехгранные направляющие, закаленные и точно отшлифованные, обеспечивают точность перемещений. Широкая станина с четырьмя направляющими продольного перемещения стола. Особо точная координация центра стола благодаря цилиндрическому роликовому подшипнику. Осевая регулировка сверлильного шпинделя, число оборотов

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

шпинделя до 1100 об/мин [25]. Технические характеристики станка приведены в таблице 10.

Таблица 11 – Технические характеристики станка DMG MORI CTX beta 800 TC

Система ЧПУ	Siemens 828D
Диаметр шпинделя	Ø 110 мм
Выступ	240 мм
Диаметр сверления	Ø 50 мм
Конус шпинделя	BT 50
Габариты стола	1320 x 1010 мм
Макс. нагрузка на стол	5000 кг
Расстояние шпиндель/стол	5 – 905 мм
<b>Ход стола</b>	
Продольная ось	1300 мм
Поперечная ось	1200 мм
Аксиальное движение шпинделя	550 мм
Ход задней бабки	900 мм
Ход поперечных салазок планшайбы	160 мм
Макс. диаметр расточки	Ø 630 мм
Поворот стола	360°
Число оборотов шпинделя (бесступ.)	12 – 1100 мин <sup>-1</sup>
Число оборотов планшайбы (бесступ.)	4 - 125 мин <sup>-1</sup>
Макс. крутящий момент шпинделя	1100 Нм
Макс. крутящий момент планшайбы	1100 Нм
Макс. сила подачи	13 кН
Подача шпинделя	0.5 - 1000 мм/мин
Подача по осям X, Y, W	5000 мм/мин
Подача по оси Z	2060 мм/мин
Подача поперечных салазок планшайбы	1370 мм/мин
Точность позиционирования	X 0.04; Y 0.32; Z 0.04 мм
Точность повторяемости по осям X, Y, Z	0.015 мм
Точность поворота рабочего стола	±/-6' (4x90°)
Точность повторяемости поворота стола	±/-3' (4x90°)
Мощность главного двигателя	11 / 15 кВт
Габариты (ДхШхВ)	5347 x 3098 x 2889 мм
Вес	12000 кг



Рисунок 10 – Горизонтально-расточной станок HBW 110 CNC



Рисунок 11 – Горизонтально-расточной станок HBW 110 CNC

## 2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента

Для того чтобы добиться отличной производительности, хорошего качества обрабатывания деталей, каждый режущий инструмент для станков с ЧПУ обязательно должен соответствовать определенным требованиям, что удовлетворяют ряду условий, таких как:

- стабильность режущих свойств;
- правильное формирование, выполнение отвода стружек;
- универсальность использования для обработки разного вида деталей на разнотипных станках;
- быструю их сменяемость для переналадки, обработки других деталей или же смены затупившегося инструмента;
- обеспечение необходимой точности обрабатывания деталей.

Точный отбор, подготовка необходимых инструментов, обеспечивающая техническую надежность, автоматизацию рабочего процесса станка с ЧПУ, все это соответствует высокому уровню прочности таких приспособлений с их универсальностью.

Для обработки на станках с ЧПУ на заводе «УДМЗ» используются инструменты следующих марок: «KORLOY», «GARANT». [5; 6;].

Инструменты данных марок подходят по своим свойствам и надежностью, а также выбор этих инструментов зависит от их невысокой стоимости. Все инструменты выбирались из каталогов 2018-2019 года, выпущенными данными фирмами. Операция 005 «Горизонтально-расточная с ЧПУ» – на данной операции используются современные режущие инструменты, которые представлены на рисунках 12-26 [9; 10; 11]

Применение твердосплавных пластин обеспечивает:

- Повышение стойкости на 20-25% по сравнению с напаянными резцами;

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Возможность повышения режимов резания за счет простоты восстановления режущих свойств многогранных пластин путем их поворота;
- Сокращения затрат на инструмент в 2-3 раза; вспомогательного времени на смену и переточку резцов;
- Уменьшения инструментального хозяйства за счет универсальности применения.

Режущий инструмент:

- Торцевая фреза EN(M)4200R-HA «KORLOY».

Режимы резания:  $S_z=0,05\sim0,20$  мм/зуб;  $V=100\sim200$  м/мин;

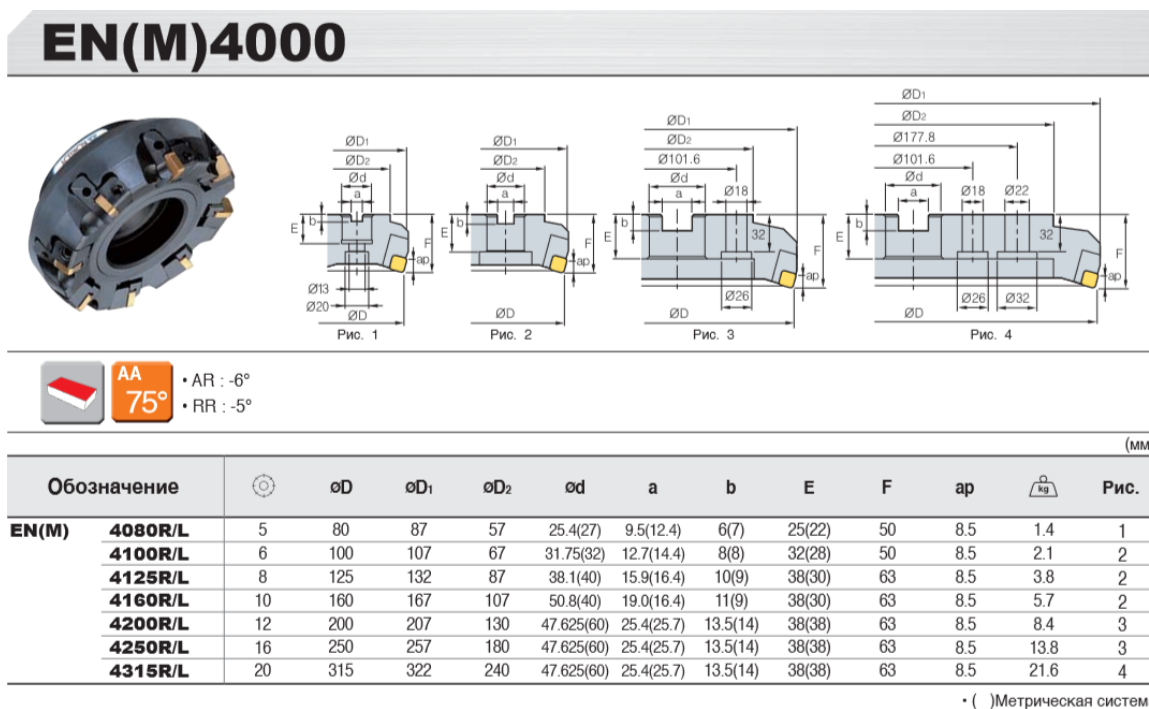


Рисунок 12 – Параметры фрезы EN(M)4200R-HA «KORLOY»


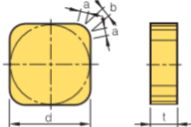
СМП	Обозначение	Твердые сплавы с покрытием		Керметы		Твердые сплавы		Размеры СМП (мм)						Геометрия											
		NCM325	NCM335	NC5330	PC3500	PC5300	PC5400	PC3545	PC9530	PC6510	CN2000	CN20	CN30		H01	G10	ST30A	ST20	l	d	t	r	d <sub>i</sub>	a	b
<div>SNKN</div> <div></div>	1204ENN								●								-	12.7	4.76	-	-	1.4	1.0	<div></div>	
	1504ENN	●															-	15.875	4.76	-	-	1.4	1.0		

Рисунок 13 – Параметры режущей пластины SNKN1204ENN «KORLOY»

- Расточной резец, для чернового и чистового. Пластина SC32V0903 «KORLOY».

Режимы резания:  $S=0,15\sim0,6$  мм/об ;  $t=1\sim6$  мм.

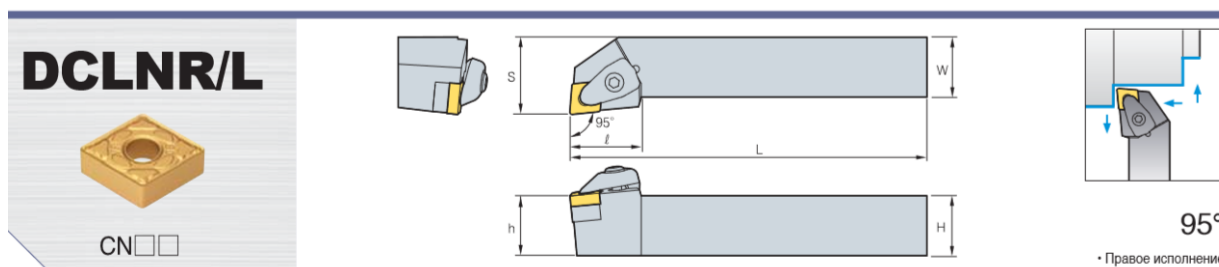


Рисунок 14 – Державка DCLNR2525-K09 «KORLOY»

Пластина CNMG120408-HA «KORLOY».

Режимы резания:  $S=0,1\sim0,40$  мм/об;  $t=0,8\sim3,5$  мм.


<b>CNMG-HA</b>  Полушестовое, чистовое точение	<b>120404-HA</b>				•••••				•	12.4	12.7	4.76	0.4	5.16	0.05~0.20	0.80~3.50	MCKNR/L	<b>B106</b>
	<b>120408-HA</b>				•••••				•	12.0	12.7	4.76	0.8	5.16	0.10~0.40	0.80~3.50	MCLNR/L	<b>B106</b>
	<b>120412-HA</b>				•					11.6	12.7	4.76	1.2	5.16	0.13~0.55	0.80~3.50	MCMNN	<b>B106</b>
																	MCRNR/L	<b>B107</b>
																	PCBNR/L	<b>B94</b>
																	PCLNR/L	<b>B95</b>

Рисунок 15 – Параметры пластины CNMG120408-HA «KORLOY»

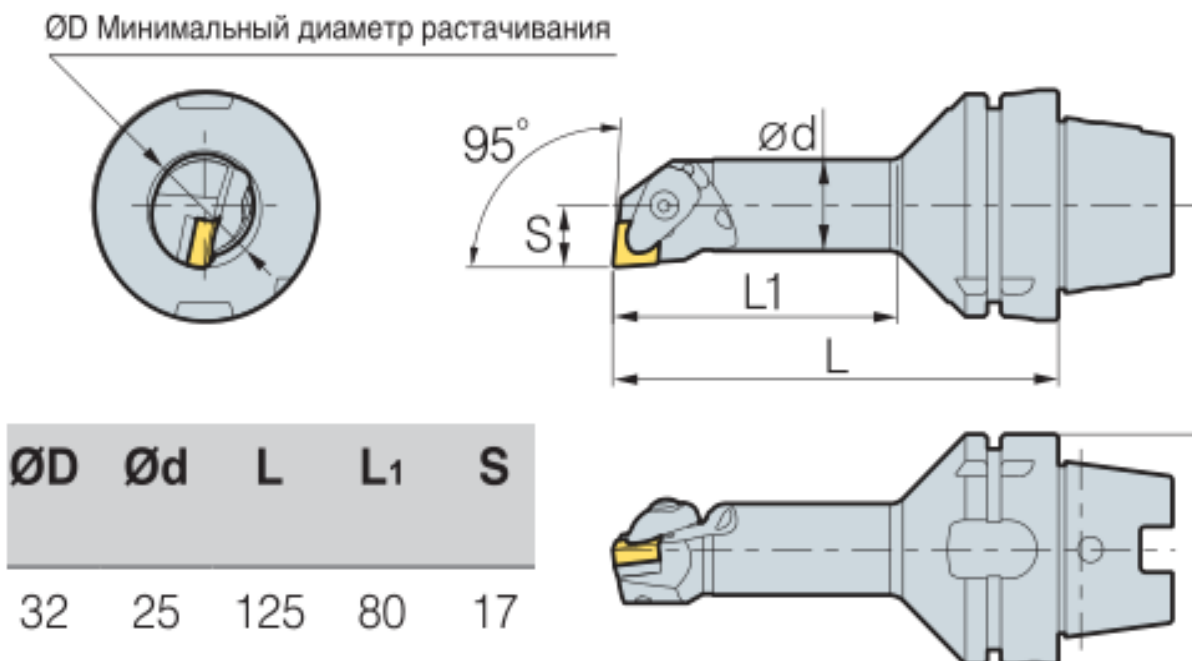


Рисунок 16 – Параметры державки H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY»











- Зенковка, используется для снятия фасок на пяти отверстиях:

Зенковка Ø20 150050 «GARANT».


**Garant** Зенковка 90°

**Исполнение:** С аксиально-радиальной затылкой для удаления заусенцев и зенкования без следов дробиления. За счет этого достигается высокая чистота поверхности. Большие стружечн. канавки для эффективного отвода стружки. Легко перетачивается по плоской передней поверхности зуба.



Размер 6 режет обеими сторонами.



Подходит для / V <sub>c</sub> [м/мин]	Al чугуны	Al литые	Al литье	St <500 N	St <750 N	St <900 N	St <1100 N	St <1400 N	St <55 HRC	St <60 HRC	St <67 HRC	Нерж. сталь <900 N	Нерж. сталь >900 N	Ti >850 N	СЧ(ВЧ) бронза	Латунь	Графит, пластик	Унив.	max	min	воздух
Код ISO:	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	M	M	S	K	N	N				
15 0050 –		33		28	27							7						o			


внешний Ø	6	8	12,5	16	20	25	31,5
<b>15 0050</b>	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Общая длина L <sub>общ</sub>	45	50	50	56	60	75	80
Хвост. Ø	6	8	8	10	10	12	12

Рисунок 20 – Параметры зенковки Ø20 150050 «GARANT»


- Метчик для нарезания внутренней резьбы:

Метчик M10 GARANT 130180;

Метчик M16 GARANT 130180.


**M**  **HSS** **DIN 352** **ISO 13** **ISO 1 4H ≤M1,4** **ISO 2 6H ≥M1,6** **P** **≤3xD**




**Исполнение:** 13 0150/0200 – Набор из 3 предметов, сост. из черного, среднего и чистового метчиков.  
13 0150-0180 – Разм. M2,3 и M2,6 со старым DIN профилем.



Боковые поверхности заточены.

**Набор из 3 предметов**



**A**  **№ 1 – черновой метчик**  
**D**  **№ 2 – средний метчик**  
**C**  **№ 3 – чистовой метчик**

Подходит для / V <sub>c</sub> [м/мин]	Al чугуны	Al литые	Al литье	St <500 N	St <750 N	St <900 N	St <1100 N	St <1400 N	St <55 HRC	St <60 HRC	St <67 HRC	Нерж. сталь <900 N	Нерж. сталь >900 N	Ti >850 N	СЧ(ВЧ) бронза	Латунь	Графит, пластик	Унив.	max	min	воздух
Код ISO:	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	M	M	S	K	N	N				
13 0150-0200 –																		o			

M	13 0150 Абсолют. ручные метчики набор	13 0160 Черн. метчик	13 0170 Абсолют. ручные метчики набор	13 0180 Средний метчик	13 0200 Абсолют. ручные метчики набор	Ø	L <sub>общ</sub>	L <sub>рез</sub>	L <sub>хвост</sub>	Ø <sub>хвост</sub>
M 1	XXX	—	—	—	—	0,25	25	2,5	2,1	0,75
M 1,2	XXX	—	—	—	—	0,25	25	2,5	2,1	0,95
M 1,4	XXX	—	—	—	—	0,30	28	2,5	2,1	1,10
M 1,6	XXX	—	—	—	—	0,35	32	2,5	2,1	1,25
M 2	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	0,40	32	2,8	2,1	1,60
M 2,2	XXX	—	—	—	—	0,45	32	2,8	2,1	1,75
M 2,3	XXX	—	—	—	—	0,40	32	2,8	2,1	1,90
M 2,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	0,45	36	2,8	2,1	2,05
M 2,6	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	0,45	36	2,8	2,1	2,10
M 3	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	0,50	36	3,5	2,7	2,50
M 3,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	0,60	40	4,0	3,0	2,90
M 4	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	0,70	40	4,5	3,4	3,30
M 4,5	XXX	—	—	—	—	0,75	45	6,0	4,9	3,70
M 5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	0,80	45	6,0	4,9	4,20
M 6	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	1,00	50	6,0	4,9	5,00
M 7	XXX	—	—	—	—	1,00	50	6,0	4,9	6,00
M 8	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	1,25	56	6,0	4,9	6,80
M 9	XXX	—	—	—	—	1,25	56	7,0	5,5	7,80
M10	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	1,50	63	7,0	5,5	8,50
M12	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	1,75	70	9,0	7,0	10,20
M14	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	2,00	70	11,0	9,0	12,00
M16	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	2,00	70	12,0	9,0	14,00
M18	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	2,50	80	14,0	11,0	15,50
M20	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	2,50	80	16,0	12,0	17,50
M22	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	2,50	90	18,0	14,5	19,50
M24	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	3,00	100	18,0	14,5	21,00
M27	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	3,00	100	20,0	16,0	24,00
M30	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	3,50	110	22,0	18,0	26,50

Рисунок 21 - Метчик Garant 130180

- Дисковая фреза 1001418R-HA «KORLOY».

Режимы резания:  $S_z=0,10\sim0,25$  мм/зуб;  $V=180\sim250$  м/мин;

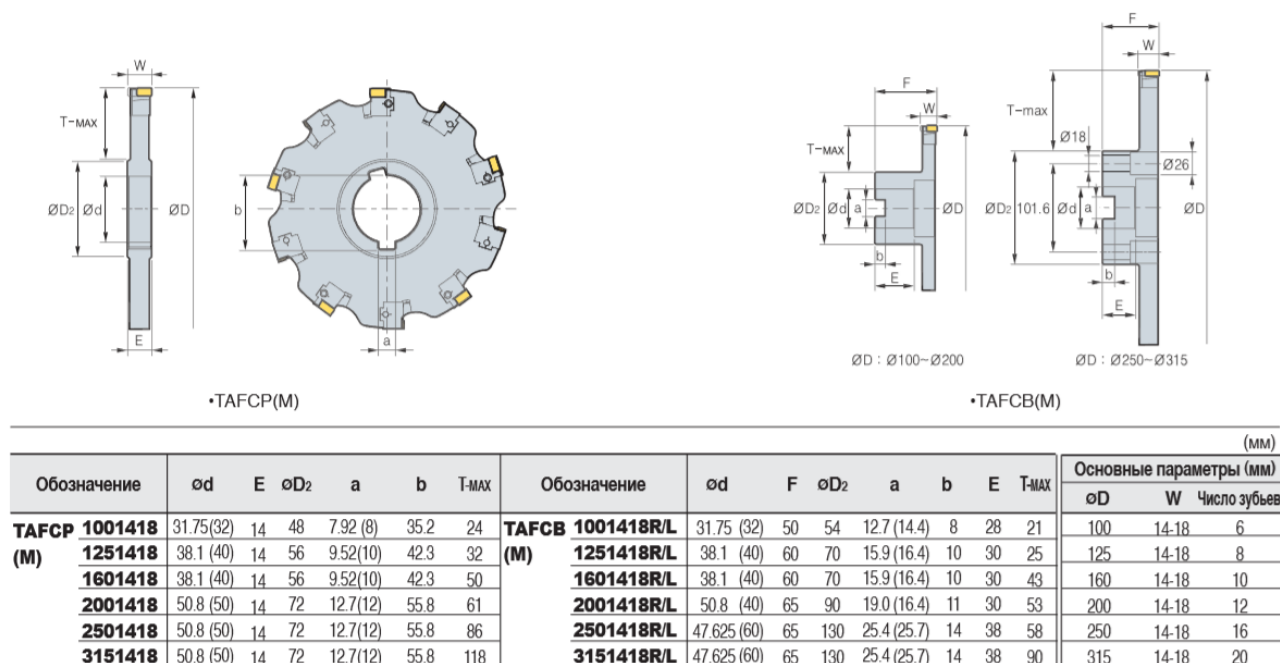


Рисунок 22 – Параметры фрезы 1001418R-HA «KORLOY»

Геометрические характеристики фрез								<div> <div>MA</div> <div>MF</div> <div>MM</div> </div> <div>(мм)</div>			
Обозначение	Тв. сплав с покрытием							Ширина для двухсторонних фрез	Ширина для трехсторонних фрез		
	NCM825	NCM835	PC3500	PC3545	PC9530	PC6510	PC5300				
SDXT 09M405R-MA								8	12~14 14~16	9.525	4
09M405L-MA											
09M405R-MF	•	•			•	•	•				
09M405L-MF											
09M405R-MM	•	•	•		•	•	•				
09M405L-MM											

Рисунок 23 – Параметры режущей пластины SDXT 09M405R-MA «KORLOY»

- Концевая фреза FMRS1012HRD-M -HA «KORLOY».

## FMRS1000/1500

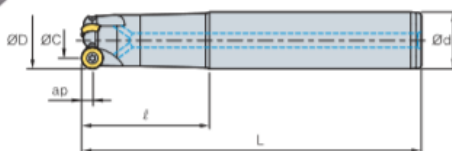


Рис. 1

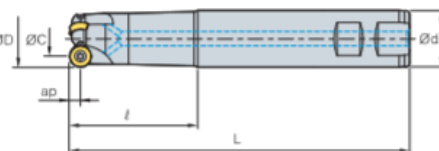


Рис. 2



• AR : 5°

• RR : -5°~1°



(мм)										
Обозначение			ØD	ØC	ød	ℓ	L	ap		Рис.
FMRS	1008HRD-M	1	8	5.5	10	30	80	2.5	0.2	1
	1008HRD-L	1	8	5.5	10	50	100	2.5	0.2	1
	1010HRD-M	2	10	5	12	44	100	2.5	0.2	1
	1010HRD-L	2	10	5	12	64	120	2.5	0.2	1
	1012HRD-M	2	12	7	12	44	100	2.5	0.3	1
	1012HRD-L	2	12	7	16	80	160	2.5	0.3	1
	1015HRD-M	3	15	10	16	80	160	2.5	0.3	1
	1015HRD-L	3	15	10	16	100	200	2.5	0.4	1

Рисунок 24 – Параметры фрезы FMRS1012HRD-M -HA «KORLOY»



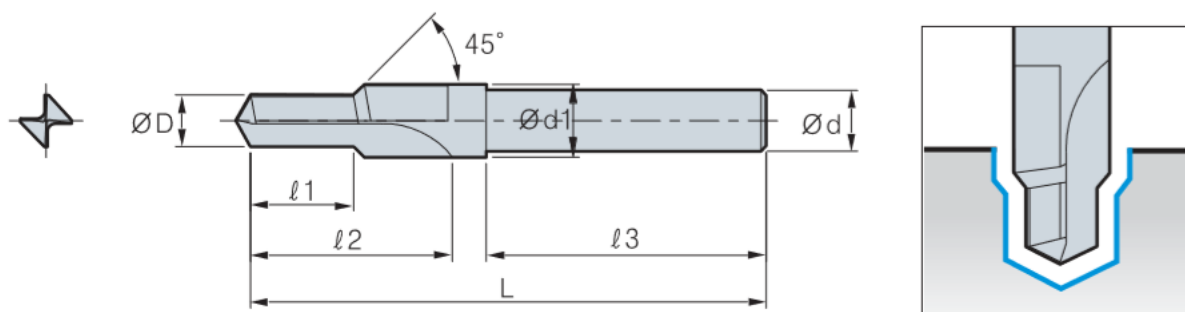
		RDHW-E,F,S										RDKW								
																				
Тип	Обозначение	Тв. сплав с покрытием										Кермет			Тв. сплав				Стр.	
		NCM325	NCM335	NC5300	PC3500	PC3300	PC3545	PC3530	PC3510	PC215K	PD2000	CN2000	CN20	CN30	H01	G10	ST30A	ST20		
1000 Тип	RDHW 0501M0E							●												
	0501M0F																			
	0501M0S																			
1500 Тип	RDKW 0501M0E				●															
	RDHW 06T1M0E							●												
	06T1M0F																			
	06T1M0S																			
	RDKW 06T1M0E				●															

Рисунок 25 – Параметры режущей пластины RDKW0501M0F «KORLOY»

- Сверло K2D28032-09-НА «KORLOY».

## Сверло цельное комбинированное с прямолинейными стружечными канавками для точных отверстий



							(мм)
Обозначение	ØD	Ød1	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	L	Ød
<b>BDS</b>							

Рисунок 26 – Параметры сверла K2D28032-09-НА «KORLOY» и СМП

Мерительный инструмент:

Операция 005:

Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93;

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Пробка 9558-1522;

Пробка 8221-3067 5Н6Н ГОСТ 17758-72;

Пробка 9558-1510 М10х1,5-2Н5;

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89;

Шаблон 05562-17-17(+0,5);

Скоба СИ500 ГОСТ 11098-75;

Набор концевых мер №1 кл.2 ГОСТ 9038-90;

Калибр ЭМ-653-03;

Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90;

Штангенрейсмас ШР-40-400-0,05 ГОСТ 164-90;  
 Штангенрейсмас ШР-60-630-0,05 ГОСТ 164-90;  
 Нутромер Ни 160-250-1 ГОСТ 868-82;  
 Кольцо 28125-4023-190;  
 Кольцо 28125-4024-203,6;  
 Шаблон 837190023 1;  
 Калибр М9598-1807-01;  
 Калибр М9598-1807-02;  
 Калибр ЭМ-653-02;  
 Скоба СИ 500 ГОСТ 11098-75;  
 Набор концевых мер №8 кл.2 ГОСТ 9038-90;  
 Пробка 05530-50-11(+0,43);  
 Линейка ШП-1-400 ГОСТ 8026-92;  
 Шупы 100, набор 2, кл. точности 1 ТУ2-034-225-87.

## 2.7. Расчет припусков на механическую обработку

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей, и экономию материальных ресурсов.

Есть два основных метода определения припусков на механическую обработки поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Расчетно-аналитический метод определения припусков [2; 15].

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это отверстие  $\varnothing 450g6_{-0,06}^{-0,02}$  изготовленное по 6 качеству точности и результаты всех расчетов заносятся в таблицу 12.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 12 – Расчеты припусков для отверстия  $\varnothing 450g6_{-0,06}^{-0,02}$

Технологические переходы обработки и поверхности	Элементы припуска, Мкм				Расчетный припуск $2Z_{\text{м}}$ в, мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\text{min}}$	$D_{\text{max}}$	$2Z_{\text{min}}^{\text{пр}}$	$2Z_{\text{max}}^{\text{пр}}$
Заготовка	50	100	450	—		450,803	0,098	450,303	450,803	0,301	0,873
Черновое точение	40	40	27	27,1	$2 \times 1137,8$	450,303	0,130	450,173	450,303	0,172	0,269
Чистовое точение	40	10	1,08	1,08	$2 \times 118,2$	450,173	0,500	450,075	450,173	0,03	0,038

Суммарное значение пространственных отклонений:

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2} \quad (11)$$

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \times L = 1 \times 450 = 450 \text{ мкм}, \quad (12)$$

где  $\Delta k$  – удельная кривизна заготовки;  $\Delta k = 1 \text{ мкм/мм}$ ;

$L$  – длина отверстия;  $L = 450 \text{ мм.}$ ;

Суммарное смещение отверстия в отливке:

$$\rho_{\text{см}} = \delta = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ мкм.} = 0,075 \text{ мм.} \quad (13)$$

По формуле (11) находим  $\rho_d$ :

$$\rho_d = \sqrt{7,5^2 + 450^2} = 450 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения на обработанную поверхность определяется с помощью коэффициентов уточнения формы:

$$\rho_i = K_y \times \rho_i \quad (14)$$

Величины после коэффициентов уточнения пространственного отклонения следующие:

После чернового точения:

$$\rho_2 = 0,06 \times 450 = 27 \text{ мкм.} \quad (15)$$

После чистового точения:

$$\rho_3 = 0,04 \times 3,9 = 1,08 \text{ мкм.} \quad (16)$$

Погрешность установки детали определяется с помощью следующей формулы:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (17)$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования детали;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления детали;  $\varepsilon_3 = 50 \text{ мкм.}$ ;

Найдем погрешность базирования детали:

$$\varepsilon_6 = \Delta K \times L = 1 \times 450 = 450 \text{ мкм.} \quad (18)$$

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По формуле (35) найдем  $\varepsilon_y$ :

Для чернового точения:

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{50^2 + 450^2} = 452 \text{ мкм.} \quad (19)$$

Для чистового точения:

$$\varepsilon_{y2} = 452 \times 0,06 = 27,1 \text{ мкм.} \quad (20)$$

Для тонкого точения:

$$\varepsilon_{y3} = 27,1 \times 0,04 = 1,08 \text{ мкм.} \quad (21)$$

Расчетные минимальные значения припусков определяются по формуле:

$$2Z_{iMIN} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (22)$$

Минимальный припуск для чернового точения:

$$2Z_{MIN} = 2(200 + 300 + \sqrt{202500 + 204304}) = 2 \times 1137,8 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск для чистового точения:

$$2Z_{MIN} = 2(40 + 40 + \sqrt{729 + 734,41}) = 2 \times 118,2 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск для тонкого точения:

$$2Z_{MIN} = 2(5 + 10 + \sqrt{1,1664 + 1,664}) = 2 \times 16,52 \text{ мкм.}$$

Расчетный диаметр определяется по формуле:

$$d_{pi-1} = D_i - 2Z_{iMIN} \quad (23)$$

$$d_3 = 450 \text{ мм.}$$

$$d_2 = 450 + 2,364 = 452,364 \text{ мм.}$$



$$d_1 = 452,364 + 1,564 = 453,928 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{заг}} = 453,928 + 0,033 = 453,961 \text{ мм.}$$

Наибольшие предельные размеры  $d_{\text{max}}$  равняется расчетному размеру  $d_p$ .

Максимальный диаметр заготовки находится путем вычитания из наибольшего предельного размера допуска:

$$d_{\text{max}} = d_{\text{min}} + \delta \quad (24)$$

$$d_{\text{max}3} = 450 + 0,075 = 450,075 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{max}2} = 450,075 + 0,098 = 450,173 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{max}1} = 450,173 + 0,130 = 450,303 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{max}3\text{АГ}} = 450,303 + 0,500 = 450,803 \text{ мм.}$$

Минимальные предельные значения припусков  $2Z_{\text{min}}^{\text{пр}}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\text{min}}^{\text{пр}} = d_{\text{max}} - d_{\text{max}-1} \quad (25)$$

$$2Z_{\text{min}3}^{\text{пр}} = 450,075 - 450,045 = 0,03 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\text{min}2}^{\text{пр}} = 450,173 - 450,001 = 0,172 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\text{min}1}^{\text{пр}} = 450,303 - 450,002 = 0,301 \text{ мм.}$$

Максимальные предельные значения припусков  $2Z_{\text{max}}^{\text{пр}}$  равны разности наименьших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\text{max}}^{\text{пр}} = d_{\text{min}} - d_{\text{min}-1} \quad (26)$$

$$2Z_{\text{max}3}^{\text{пр}} = 450,054 - 450,016 = 0,038 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$2Z_{max2}^{пр} = 450,423 - 450,154 = 0,269 \text{ мм.}$$

$$2Z_{max1}^{пр} = 450,972 - 450,099 = 0,873 \text{ мм.}$$

Проверка правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{maxi}^{пр} - 2Z_{mini}^{пр} = \delta_i - \delta_{i-1} \quad (27)$$

Черновое точение:

$$0,813 - 0,503 = 0,44 - 0,13 = 0,31$$

Чистовое точение:

$$0,269 - 0,172 = 0,13 - 0,033 = 0,97$$

Тонкое точение:

$$0,038 - 0,03 = 0,033 - 0,025 = 0,008$$

Общие припуски  $2Z_{max0}^{пр}$  и  $2Z_{min0}^{пр}$  определяются суммированием промежуточных припусков на обработку :

$$2Z_{max0}^{пр} = 0,873 + 0,269 + 0,038 = 1,18 \text{ мм.} \quad (28)$$

$$2Z_{min0}^{пр} = 0,503 + 0,172 + 0,03 = 0,705 \text{ мм.} \quad (29)$$

Рассчитаю общий номинальный припуск  $Z_{0ном}$  по формуле:

$$2Z_{0ном} = 2Z_{min0} + ESD_{заг} - ESD_{дет} \quad (30)$$

где  $ESD_{заг}, ESD_{дет}$  - нижнее предельное отклонение диаметров заготовки и детали.

Общий номинальный припуск равен:

$$2Z_{0ном} = 0,705 + 0,5 = 1,205 \text{ мм.}$$

После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изображу их схематично. Рисунок 27.

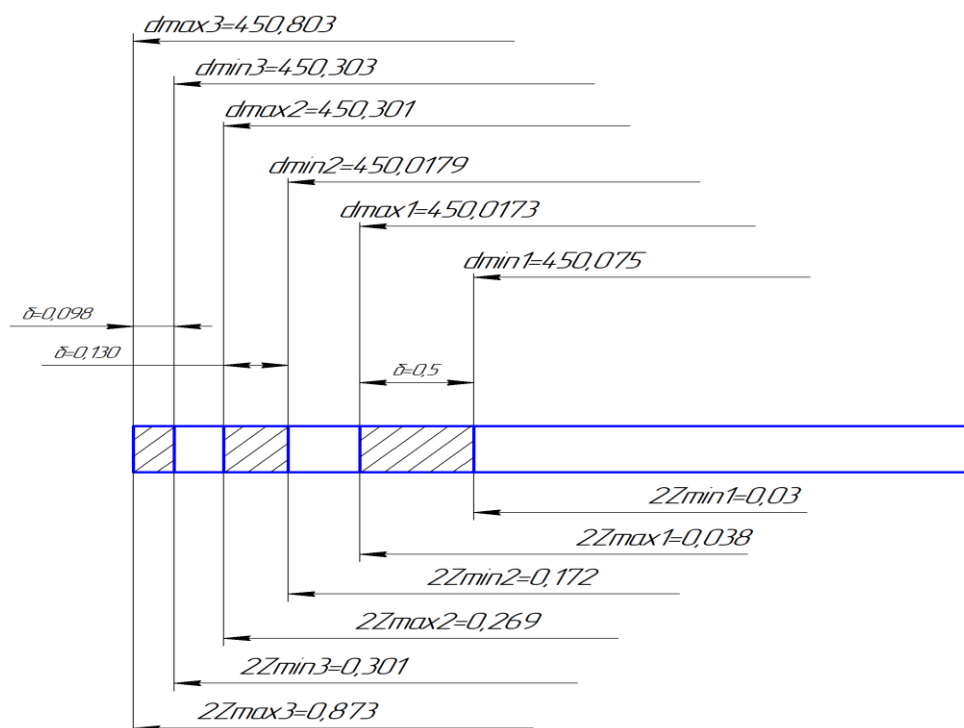


Рисунок 27 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку наружного диаметра Ø450g6

На остальные обрабатываемые поверхности детали (т. е. на все, кроме одной, рассчитываемой аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645 – 85), которые занесу в таблицу 13.

Таблица 13 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
1	2	3	4	5	6
3	Ø190 <sub>+0,29</sub>	1,4	1	+0,5	-0,5
14	Ø253,6 <sub>+0,11</sub>	1,4	0,9	+0,45	-0,45

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6
11	$\varnothing 213_{+1,15}$	1,4	0,9	+0,45	-0,45
14	$312_{-1,3}$	1,4	1	+0,5	-0,5
20	$\varnothing 440_{+1,3}$	1,4	0,9	+0,45	-0,45

## 2.8. Выбор режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания  $t$ , мм; подачей на оборот  $S_o$ , мм/об; скоростью резания  $V$ , м/мин.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительностью и себестоимость обработки.

В курсовом проекте необходимо рассчитать для одной из операций:

- глубину, подачу и скорость резания по формулам теории резания;
- суммарную силу резания и эффективную мощность электродвигателя главного привода станка.

На все остальные операции техпроцесса режимы резания назначают по нормативам предприятий или справочникам.

Исходными данными при выборе режимов резания являются:

1. Сведения о заготовке (вид заготовки, материал и его характеристика, величина припусков, состояние поверхностного слоя);
2. Характеристика обрабатываемой детали (форма, размеры, допуски на обработку, требования к состоянию поверхностного слоя, к шероховатости);
3. Параметры режущего инструмента (типоразмер, материал режущей части, геометрические параметры);

#### 4. Паспортные данные станков (техническая характеристика).

Исходные данные:

- деталь «Корпус охладителя» из алюминия АЛ9. Заготовка – отливка.
- обработка производится на горизонтально расточном станке
- режущий инструмент – резец 2103-0057 ГОСТ 18879-73. Материал режущей части ВК8.

Операция 015. Горизонтально-расточная.

1) Глубина резания  $t = 2$  мм.

2) Подача  $S_M = S_Z \times n = 0,14 \times 79,97 =$  мм/мин, (31)

где  $S$  – подача. ( $S = 0,14$  мм)

$n$  – число оборотов шпинделя;

3) Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{113000}{1413} = 79,97 \text{ об/мин}, \quad (32)$$

где  $V$  – скорость резания (м/мин);

$D$  – диаметр фрезы (мм);

4) Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^{xv} \times S^{yv}} \times K_V \text{ (м/мин)}, \quad (33)$$

где  $C_V$  - коэффициент, характеризующий материал заготовки и резца-183,4

$T$  – период стойкости инструмента (мин)-120;

$t$  - глубина резания (мм) – 2;

$S$  - подача (мм/об) - 0,14;

$K_v$  - общий поправочный коэффициент на изменённые условия обработки.

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \times K_{pv} \times K_{iv} = 1 \times 0,9 \times 2,7 = 2,43,$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Находим поправочные коэффициенты по справочнику Косиловой:

$$K_{MV} = 1$$

$$K_{PV} = 0,9$$

$$K_{IV} = 2,7$$

По формуле [64] скорость резания равна:

$$V = \frac{183,4}{120^{0,2} \times 2^{0,3} \times 0,14^{0,4}} \times 2,43 = 85,7 \text{ м/мин}$$

5) Сила резания:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times v^n \times K_{mp}, \quad (34)$$

где  $C_p$  - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и другие условия;

$K_{mp}$  - общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение коэффициентов, отражающих состояние отдельных параметров, влияющих на величину силы резания ( $K_{mp} = 1,5$ ).

$$P_z = 10 \times 261 \times 2^{0,9} \times 0,14^{0,8} \times 85,7^{1,1} \times 1,5 = 194,77 \text{ Н} = 0,19 \text{ кН}$$

6) Мощность резания, кВт;

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{194,77 \cdot 85,7}{1020 \cdot 60} = 0,27 \text{ кВт} \quad (35)$$

Рассчитав режимы резания для каждого инструмента, занесу данные в операционные эскизы.

Таблица 14 - Режимы резания

№ инструмента	t, мм	So, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	P <sub>z</sub> , Н	N, кВт
T01	2	Sm=63	-	125,6	1590	3
T02	2,5	0,14	80	53,5	943	3
T03	4,35	0,14	315	86	548	2
T04	1,5	1,5	20	1	697	2
T05	2	0,14	80	113	194	1
T06	2	0,14	80	113	620	2
T07	2	Sm=63	100	98,9	2513	5
T08	5,5	0,14	315	10,9	1259	3
T09	3	Sm=63	200	75	410	1
T10	3,45	0,14	315	6,8	3433	7
T11	1,25	1,25	20	1	971	3
T12	2	Sm=63	200	224	408	1
T13	7	0,14	315	27,9	1113	3
T14	7	0,14	315	27,9	1259	3

## 2.9. Расчет технических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени принято понимать время, необходимое для обработки той или иной детали при определённом технологическом процессе её изготовления.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции [13].

Все расчеты произведу для операции 005 – «Горизонтально-расточная».

Технические нормы времени в условиях среднесерийного производства устанавливаются расчётно–аналитическим методом по нижеприведенным формулам [9, стр.99]:

$$T_{и-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{иш}, \quad (36)$$

$$T_{иш} = t_O + t_B + t_{ОБ} + t_{ОТ}, \quad (37)$$

где  $T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин;

$n$  – количество деталей в партии, шт.;

$t_O$  – основное время, мин;

$t_B$  – вспомогательное время, мин;

$t_{ОБ}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{ОТ}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.;

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы [9, стр.100]:

$$t_B = t_{y.c} + t_{з.о} + t_{yn} + t_{из}, \quad (38)$$

где  $t_{y.c}$  – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{yn}$  – время на приемы управления, мин.;

$t_{из}$  – время на измерение детали, мин.;

Определим время на установку и снятие детали [8]:

$$t_{y.c} = 3,26 \text{ мин.}$$

Определим время на закрепление и открепление детали [8]:

$$t_{з.о} = 1,94 \text{ мин.}$$

Определим время на приемы управления [8]:

$$t_{yn} = 0,63 \text{ мин.}$$

Время на измерение детали [8]:

$$t_{из} = 0,16 \text{ мин.}$$



Определим вспомогательное время по формуле (27):

$$t_B = 3,26 + 1,94 + 0,63 + 0,16 = 5,99 \text{ мин.}$$

Основное время  $t_o$  рассчитывается по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов по формуле:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_M}, \quad (39)$$

где  $l$  – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

$i$  – число ходов;

$S_M$  – минутная подача.

Расчетная длина обрабатываемой поверхности находится по формуле [4,стр.101]:

$$l = l_o + l_{ep} + l_n + l_{cx}, \quad (40)$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм.;

$l_{ep}$  – длина врезания инструмента, мм.;

$l_n$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм.;

$l_{cx}$  – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Определим длину обрабатываемой поверхности в направлении подачи:

$$l_o = 12 \text{ мм.}$$

Длина подвода инструмента к заготовке и длина перебега (схода) инструмента равны [8]:

$$l_n = 3,5 \text{ мм.}$$

$$l_{cx} = 0 \text{ мм.}$$

Длина врезания инструмента  $l_{ep} = 3,5 \text{ мм.}$

Определим расчетную длину обрабатываемой поверхности:

$$l = 12 + 3,5 + 3,5 + 0 = 19 \text{ мм.}$$

Переведем подачу  $S_0, \text{мм/об}$  в  $S_M, \text{мм/мин}$  по формуле [20]:

$$S_M = S_0 \cdot n, \quad (41)$$

где  $S_0$  – подача на оборот, мм/об;

$n$  – число оборотов детали, об/мин.

Согласно формуле (30) минутная подача равна:

$$S_m = 0,14 \cdot 200 = 28 \text{ мм/мин.}$$

Определим основное время по формуле (28):

$$t_o = \frac{15 \cdot 2}{28} = 1,07 \text{ мин.}$$

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем, и рассчитывается по формуле [9, стр.101]:

$$t_{оп} = t_o + t_b, \quad (42)$$

$$t_{оп} = 83,07 + 267,6 = 350,67 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места – 3,5% от оперативного времени:

$$t_{об} = 12,27 \text{ мин [8].}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности – 4% от оперативного времени:

$$t_{от} = 14,0268 \text{ мин [8].}$$

По формуле (37) определим штучное время на обработку детали:

$$T_{шт} = 267,6 + 83,07 + 12,27 + 14,0268 = 376,96 \text{ мин.}$$

Трудоемкость операции определяется по формуле (38):

$$T_{ш-к} = \frac{21}{10} + 379,16 = \text{мин.}$$

Для остальных операций все значения представлю в таблице 15.

Таблица 15 – Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин

№ операции	Основное время на операцию, $t_o$ , мин.	Вспомогательное время на операцию, $t_b$ , мин.	Оперативное время, $t_{оп}$ , мин.	Время на обслуживание, $t_{об}$		Время на отдых $t_{от}$		Штучное время, $T_{шт}$ , мин.	Подготовительно заключительное время на партию, $T_{п-з}$ ; мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, $T_{ш-к}$ мин
				%	мин.	%	мин.				
005	83,07	267,6	350,67	3,5	12,27	4	14,03	376,96	2,1	10	379,16

Сравним технические нормы времени базового ТП и предлагаемого ТП.  
Сравнение представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнение технических норм времени базового ТП и предлагаемого ТП

Базовый ТП			Предлагаемый ТП		
№ и название операции	Оборудование	Т <sub>ш-к</sub>	№ и название операции	Оборудование	Т <sub>ш-к</sub> , мин
005 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной 2А636Ф1	331,8726	005 Горизонтально-расточная	НВW 110 CNC	376,96
015 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной 2А636Ф1	218,2664			
020 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной 2А636Ф1	390,0828			
025 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной 2А636Ф1	108,5693			
030 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной 2А636Ф1	33,2333			

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для дипломного проекта управляющая программа будет разработана в системе ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 828D sl.

#### 3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 828D sl

Числовое программное управление (ЧПУ) – это управление, при котором задают в виде записанного на каком-либо носителе массива информации. Управляющая программа для систем ЧПУ является дискретной и её обработка в процессе управления осуществляется цифровыми методами[18].

Компания SIEMENS является лидером в области по выпуску систем ЧПУ. Во всем мире стойки компании SIEMENS SINUMERIK 828D sl применяется для токарной, сверлильной и фрезерной обработки. Данная система управления является полностью цифровой для практически всех типов применений. Эта системная платформа с прогрессивными функциями.

Система управления органами станка SINUMERIK 828D sl обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых станках. В данной системе используются постоянные циклы обработки по контуру, сверления, фрезерования и т.д., также используются G и M функции для полного и правильного программирования, тем самым работа в такой системе облегчается.

#### 3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ

Управляющая программа разрабатывается с применением G и M функций и использованием постоянных циклов программирования.

Перечень подготовительных и вспомогательных функций для программирования приведен в таблицах 16, 17 [11].

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 17 – Подготовительные функции

Подготовительные функции (G коды)	Описание
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости XZ
G19	Выбор плоскости YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекция на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G54 - 57	Заданное смещение
G94	Скорость подачи (F) в мм/мин
G95	Скорость подачи (F) в мм/об
G96	Постоянная скорость резания при точении

Таблица 18 – Вспомогательные функции

Вспомогательные функции (M коды)	Описание
M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов (отключение) шпинделя
M2=3	Инструмент с механическим приводом включить по часовой стрелке
M2=4	Инструмент с механическим приводом включить против часовой стрелке
M2=5	Инструмент с механическим приводом выключить
M6	Смена инструмента
M8	Включение СОЖ
M9	Отключение СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы, переход на начало программы

### 3.3. Разработка управляющей программы

Управляющая программа разработана для операции 000 Токарная с ЧПУ. Фрагмент управляющей программы представлен в таблице 19, вся управляющая программа в приложении Г.

Таблица 19 – Фрагмент управляющей программы

Кадры управляющей программы	Расшифровка управляющей программы
1	2
t1 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G94	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость ХУ, скорость подачи в мм/мин
g97 s320 F216 m3 m8	Постоянная скорость резания при фрезеровании, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
CYCLE71(5,12,2,0,0,0,71 6,120,0,10,140,1,0,216,2)	Вызов постоянного цикла снятия припуска, черновая обработка по наружному контуру
m9	отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
t2 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G94	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость ХУ, скорость подачи в мм/об
g96 s130 lims=300 F0.1 m3 m8	Постоянная скорость резания при растачивании заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
CYCLE86(5,0,2,175,2, 3,0,0,5,0)	Вызов постоянного цикла растачивания, чистовая обработка по внутреннему контуру
m9	Отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
t3 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G94	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость ХУ, скорость подачи в мм/об
g97 s1500 F0.3 m3 m8	Постоянная скорость резания при сверлении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ
MCALL CYCLE83(5,0,2,-30,-10,10,0,1,0,3,2,1,1)	Вызов постоянного цикла глубокого сверления
x110,4 y-181,3	Координаты отверстий
X110,4 y-272,7	
X 45,7 y-337,4	
X-45,7 y-337,4	
X-110,4 y -272,7	
x-110,4 y-123,5	

Продолжение таблицы 19

1	2
X-59,7 y -123,5	Координаты отверстий
X59,7 y-123,5	
X59,7 y123,5	
X110,4 y181,3	
X110,4 y272,7	
X45,7 y 337,4	
X-45,7 y337,4	
X-110,4 y272,7	
X-110,4 y181,3	
X-59,7 y123,5	
MCALL	Отключение модального цикла
m9	Отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
T4 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/об
g97 s1500 F0.5 m3 m8	Постоянная скорость резания при зенковании заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
MCALL CYCLE82(5,0,2,-1.6,1)	Вызов постоянного цикла сверления
X 45,7 y-337,4	Координаты отверстий
X-45,7 y-337,4	
X-110,4 y -272,7	
x-110,4 y-123,5	
X-59,7 y -123,5	
X59,7 y-123,5	
X59,7 y123,5	
X110,4 y181,3	
X110,4 y272,7	
X45,7 y 337,4	
X-45,7 y337,4	
X-110,4 y272,7	
X-110,4 y181,3	
X-59,7 y123,5	
MCALL	Отключение модального цикла
m9	Отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
T5 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/об
g97 s300 F1,5 m3 m8	Постоянная скорость резания при нарезании резьбы заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.

Продолжение таблицы 19

1	2
MCALL CYCLE84(5,0,2,-24,0,0,3,0,1,0,300,1,0,0,0,0,0)	Вызов постоянного цикла нарезание резьбы
X 45,7 y-337,4	Координаты отверстий
X-45,7 y-337,4	
X-110,4 y -272,7	
x-110,4 y-123,5	
X-59,7 y -123,5	
X59,7 y-123,5	
X59,7 y123,5	
X110,4 y181,3	
X110,4 y272,7	
X45,7 y 337,4	
X-45,7 y337,4	
X-110,4 y272,7	
X-110,4 y181,3	
X-59,7 y123,5	
MCALL	Отключение модального цикла
m9	Отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
T6 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G94	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/мин
g97 s1200 F72 m3 m8	Постоянная скорость резания при точении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
X0 y0 z5	Подвод инструмента
G1 z-2	Линейная интерполяция на рабочей подачи
X-59	Перемещение по координате X
z2	Выход инструмента
m9	Отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
T7 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/об
g97 s1500 F0.3 m3 m8	Постоянная скорость резания при сверлении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ
X-20,5 y0 z2	Координаты отверстий
CYCLE83(5,0,2,-40,-10,10,0,1,0,3,2,1,1)	Вызов постоянного цикла глубокого сверления
m9	Отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента



## Окончание таблицы 19

1	2
T8 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/об
g97 s300 F2 m3 m8	Постоянная скорость резания при нарезании резьбы заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
CYCLE84(5,0,2,-35,0,0,3,0,1,0,300,1,0,0,0,0,0)	Вызов постоянного цикла нарезание резьбы
m9	Отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
C90	Поворот стола на 90°
t1 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g17 G94	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/мин
g97 s320 F216 m3 m8	Постоянная скорость резания при фрезеровании, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
X0 y-163 z2	Координаты подвода инструмента
G1 y-163 z0	Перемещение по координатам
Y163 z0	Перемещение по координатам
m9	отключение СОЖ
g0 x200 y300 z120	Уход в точку смены инструмента
C90	Поворот стола на 90°
...	...
M0	Запрограммированный установ

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части проекта выполнен расчет капитальных затрат и определен экономический эффект от проектируемого технологического процесса. Сравнение вариантов базового и проектируемого технологических процессов осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому варианту и определяется условно-годовая экономия [28].

##### 4.1. Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [28,стр. 21]:

$$q = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (39)$$

где  $t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени,  $k_{вн} = 1 \div 1,2$ ;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования, 0,75–0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по следующей формуле [28,стр. 22]:

$$F_{об} = F_n \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (40)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – количество дней в календаре;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч.};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.};$$

- при трёхсменной работе (проектируемый вариант для станка с ЧПУ):

$$F_n = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2% рабочего времени универсального оборудования и 9% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (40), составляет:

Для универсального оборудования при двухсменной работе:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч.}$$

Для станка с ЧПУ при трехсменной работе:

$$F_{об} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч.}$$

Для базового технологического процесса ранее было рассчитано количество оборудования, его загрузка и количество операций выполняемых на этом оборудовании, все данные приведены в таблице 6 пояснительной записки.

Для проектируемого варианта определим количество технологического оборудования по штучно-калькуляционному времени из таблицы 15.

$$q = \frac{376,96 \cdot 400}{5386 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,57 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений определяем принятое число рабочих мест ( $q_{\text{п}}$ ), округляя до ближайшего целого полученное значение ( $q_{\text{р}}$ ).

Данные по расчетам сводим в таблицу 20 для проектируемого варианта.

Таблица 20 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, $q_{\text{р}}$	Принимаемое количество станков, $q_{\text{п}}$
HBW 110 CNC	376,96	0,57	1

Определив расчетное количество оборудования, можно рассчитать среднюю загрузку оборудования по проектируемому варианту согласно формуле [9,стр.35]:

$$\eta_z = \frac{q_{\text{р}}}{q_{\text{п}}}, \quad (41)$$

где  $q_{\text{р}}$  – расчетное количество оборудования на операции;

$q_{\text{п}}$  – принятое количество оборудования на операции.

$$\eta_z = \frac{0,57}{1} = 0,57$$

#### 4.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 21 по базовому варианту, в таблице 22 по проектируемому варианту.

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Горизонтально-расточной	2A636 Ф1	5	13	13	3500	20	5550	27750

Таблица 22 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Горизонтально-расточной с ЧПУ	HBW 110 CNC	1	15	15	19756	70	19756	19826

#### 4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле(40) [28,стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_{Э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u, \quad (40)$$

где  $Z_M$  – затраты на материал заготовки, руб.;

$Z_{ЗП}$  – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{Э}$  – зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_u$  – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

*Затраты на материал заготовки:*

Так как ранее было приведено сравнение вариантов изготовления заготовок, то стоимость затрат на материал заготовки возьмем оттуда.

Для базового технологического процесса  $Z_{MB} = 3265,35$  руб.

Для проектируемого технологического процесса  $Z_{МП} = 2278,25$  руб.

*Рассчитаем затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали:*

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р. по формуле[28,стр. 26]:

$$Z_{ПР} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{МН} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P, \quad (41)$$

где  $C_m$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

$t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{МН}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание

( $k_{МН} = 1$ );

$k_{ДОП}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (

$k_{ДОП} = 1,2$ );

$k_{ЕСН}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{ЕСН} = 1,3$ );

$k_P$  – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ( $k_P = 1,15$ ).

Численность станочников вычисляем по формуле [28,стр. 26]:

$$Ч_{СТ} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{МН}}{F_P \cdot 60}, \quad (42)$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$k_{MH}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  
 $k_{MH} = 1$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – очередной отпуск, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней;

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет  $F_p = 1685$  ч.

Рассчитываем заработную плату производственных рабочих и их численность по формулам (40) и (41).

Результаты вычислений сводим, по базовому варианту в таблицу 23, а по проектируемому варианту в таблицу 24.

Таблица 23– Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Горизонтально-расточная	4	152,4	331	840,74	1
Горизонтально-расточная	4	152,4	218	553,72	1
Горизонтально-расточная	4	152,4	390	990,6	1
Горизонтально-расточная	4	152,4	108	274,32	1
Горизонтально-расточная	4	152,4	33	83,82	1
Итого:				2743,2	5

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Горизонтально-расточная с ЧПУ	5	322,12	376,96	2023,77	1
Итого:				2023,77	1

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле [28,стр. 27]:

$$z_{ВСП} = \frac{C_T^{ВСП} \cdot F_P \cdot \chi_{ВСП} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P}{N_{ГОД}}, \quad (43)$$

где  $C_T^{ВСП}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

$F_P$  – действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

$N_{ГОД}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$\chi_{ВСП}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников.

Численность станочников в базовом варианте составляет  $\chi_{ВСП} = 1,46$  чел.

Рассчитаем показатели численности и заработной платы по базовому варианту для транспортных рабочих и контролеров.

Численность транспортных рабочих составляет:

$$\chi_{ВСПТ} = 1,46 \cdot 0,05 = 0,073 \text{ чел.}$$



Численность контролеров составляет:

$$Ч_{ВСПК} = 1,46 \cdot 0,07 = 0,102 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,073 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 22,8 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,102 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 31,87 \text{ руб.}$$

Рассчитаем показатели численности и заработной платы по проектируемому варианту для транспортных рабочих и контролеров.

Численность станочников в проектируемом варианте составляет

$$Ч_{ВСП} = 0,5 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет

$$Ч_{ВСПТ} = 0,5 \cdot 0,05 = 0,025 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет

$$Ч_{ВСПК} = 0,5 \cdot 0,07 = 0,035 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,025 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 7,81 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,035 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 10,94 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по каждому из вариантов, сведем в таблицы 24 и 25 соответственно.

Таблица 25 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,073	22,8
Контролер	123,3	0,102	31,87
Итого		0,175	54,67

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,025	7,81
Контролер	123,3	0,035	10,94
Итого		0,06	18,75

Определим затрат на одну деталь по заработной плате основных и вспомогательных рабочих:

Для базового технологического процесса:

$$Z_{\text{бб}} = 2743,2 + 54,67 = 2797,87 \text{ руб.}$$

Для проектируемого технологического процесса:

$$Z_{\text{пн}} = 2023,77 + 18,75 = 2042,52 \text{ руб.}$$

Определим затраты на электроэнергию [28, стр.28]:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вп}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (44)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков  $k_N = 0,2 \div 0,4$ );

$k_{\text{вп}}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства  $k_{\text{вп}} = 0,7$ ;

$k_{\text{од}}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{\text{од}} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{\text{од}} = 1$  – при одном двигателе;

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{\text{вн}} = 1,02$ ;

$C_{\text{э}}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_{\text{э}} = 6,38$  руб.

Производим расчеты для базового варианта по формуле(44):

$$Z_{\text{э654}} = \frac{25 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 25}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 6,66 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по базовому варианту

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, руб.
2A636Ф1	13	331	36,74
2A636Ф1	13	218	24,2
2A636Ф1	13	390	42,9
2A636Ф1	13	108	12
2A636Ф1	13	33	3,66
Итого			119,5

Затраты на электроэнергию для базового варианта составляют:  $З_{эб} = 119,5$  руб.

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле(44):

$$З_{эп63} = \frac{13 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 2,84}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 0,76 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по проектируемому варианту.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
CTX beta 800 TC	15	376,96	4,77
Итого			4,77

Затраты на электроэнергию для проектируемого варианта составляют  $З_{эп} = 4,77$  руб.

*Определим затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [28, стр. 29]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (45)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле (46) [28, стр. 29]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (46)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{амБ} = 12\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 6\%$  - для оборудования с ЧПУ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обБАЗ} = 3867$  ч. и  $F_{обНОВ} = 5386$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{ВН}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{ВН} = 1,02$ .

Произведем расчет для амортизационных отчислений от стоимости технологического оборудования для базового варианта по формуле (46):

$$C_{ам654} = \frac{27750000 \cdot 0,12 \cdot 1080}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 1787818 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования определяем по следующей формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{рем} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (47)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{рем}$  – норма ремонтных отчислений,  $H_{амБ} = 2\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 2\%$  - для оборудования с ЧПУ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обБАЗ} = 3867$  ч. И  $F_{обНОВ} = 5386$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{BH}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{BH} = 1,02$ .

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования для базового варианта по формуле (47):

$$C_{\text{рем}654} = \frac{27750000 \cdot 0,02 \cdot 1080}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 2979,69 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту заносим в таблицу.

Таблица 29 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
2A636Ф1	3500	5	12	2	1080	17878,18	2979,69
Итого:						17878,18	2979,69

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта по формуле(45)

$$З_{обб} = 17878,18 + 2979,69 = 20857,87 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта заносим в таблицу.

Таблица 30 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
СТХ beta 800 TC	19756	1	6	2	376,96	2221,26	740,42
Итого:						2221,26	740,42

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемого варианта по формуле(45)

$$Z_{обп} = 2221,26 + 740,42 = 2961,68 \text{ руб.}$$

*Затраты на эксплуатацию инструмента:*

Затраты на эксплуатацию цельного инструмента вычисляются по формуле [28, стр. 30]:

$$Z_{II} = \frac{C_{II} + \beta_n \cdot C_n}{T_{cm} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{II}, \quad (48)$$

где  $C_{II}$  – цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_n$  - число переточек;

$C_n$  – стоимость одной переточки;

$T_{cm}$  – период стойкости инструмента;

$T_m$  – машинное время;

$\eta_{II}$  - коэффициент случайной убыли инструмента,  $\eta_{II} = 0,98$ ;

Произведем расчет затрат на инструмента по базовому варианту по формуле (48):

$$Z_{II} = \frac{12366 + 8 \cdot 45}{60 \cdot (8 + 1)} \cdot 5,6 \cdot 0,98 = 25,30 \text{ руб.}$$

Полученные значения затрат на инструмент для всех остальных инструментов базового варианта занесем в таблицу.

Таблица 31 – Параметры инструмента базового технологического процесса

Операция	Инструмент	Цена единицы инструмента, руб.	Число переточек	Период стойкости инструмента, мин	Машинное время, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Фрезерная головка Ø330 P6M5	12366	8	60	5,6	45	0,98	25,30
	Фреза концевая Ø40 P6M5	1800	8	60	19,4	45	0,98	14,88

## Окончание таблицы 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Резец 2100-0051 T15K6	125, 6	10	45	4	45	0,98	1,09
	Резец 2141-0042 T5K10	120, 8	10	45	6,2	45	0,98	1,68
005	Резец 2102-0060 T15K6	170, 9	10	45	0,9	45	0,98	0,26
	Резец 2102-0059 T15K6	154, 2	10	45	4,6	45	0,98	1,32
	Резец 2141-0026 T5K10	126, 5	10	45	3,5	45	0,98	0,96
	Резец 2102-1106 T15K6	128	10	45	2,2	45	0,98	0,6
015	Резец 2100-0051 T15K6	125, 6	10	45	6	45	0,98	1,64
	Резец 2141-0042 T5K10	120, 8	10	45	5,2	45	0,98	1,41
	Резец 2102-0060 T15K6	170, 9	10	45	2,1	45	0,98	0,62
	Резец 2102-0059 T15K6	154, 2	10	45	1,69	45	0,98	0,48
020	Резец 2141-0026 T5K10	126, 5	10	45	0,8	45	0,98	0,22
	Резец 2102-1106 T15K6	128	10	45	2,51	45	0,98	0,69
025	Резец 6162-3842 T15K6	175	10	45	3,95	45	0,98	1,17
	Резец 2103-0009 T15K6	196, 5	10	45	6,25	45	0,98	1,91
	Резец 2102-0021 T15K6	184, 6	10	45	4,9	45	0,98	1,47
	Резец 6168-4540 T15K6	190	10	45	5,6	45	0,98	1,7
	Резец канавочный 6162-3947 T15K6	200	10	45	1,3	45	0,98	0,4
030	Резец 6162-3842 T15K6	175	10	45	4,14	45	0,98	1,23
	Резец 2103-0009 T15K6	196, 5	10	45	2,52	45	0,98	0,77
	Резец 2102-0021 T15K6	184, 6	10	45	12,59	45	0,98	3,78
	Резец 6168-4540 T15K6	190	10	45	8,9	45	0,98	2,7
	Резец канавочный 6162-3947 T15K6	200	10	45	1,45	45	0,98	0,45



Определив затраты на каждый инструмент, просуммируем затраты по каждому инструменту и получим  $Z_{ин} = 88,26$  руб.

Так как в проектируемом технологическом процессе используется цельный инструмент из твердосплавного материала, затраты на его использование посчитаем по формуле (48)

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [22]:

$$Z_{ЭИ} = (C_{ПЛ} \cdot n + (C_{корп} + k_{компл} \cdot C_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{СТ} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1}, \quad (49)$$

где  $Z_{ЭИ}$  – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{ПЛ}$  – цена сменной многогранной пластины, руб.;

$n$  – количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{корп}$  – цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$C_{компл}$  – цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{компл}$  – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации,  $k_{компл} = 3$ ;

$Q$  – количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

$N$  – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

$b_{фи}$  – коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон

изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$  – машинное время, мин;

$T_{\text{СТ}}$  – период стойкости инструмента, мин.

Рассчитаем затраты на прогрессивный инструмент по формуле (49):

$$Z_{\text{эл}} = (32,112 \cdot 1 + (6145,24 + 3 \cdot 441,12) \cdot 350^{-1}) \cdot 1,66 \cdot (120 \cdot 0,9 \cdot 3)^{-1} = 0,27 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты для остальных инструментов и занесем полученные данные в таблицу 32.

Таблица 32 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
005	Фреза BT50 FMA 47.625 «KORLOY» Пластина SNKN 1204ENN «KORLOY»	0,66	80841,62 425,29	180	0,9	85945,1
	Пластина TPGT080202R «KORLOY» Державка CTFPRP12CA «KORLOY»	0,82	9701,72 546,7	180	0,9	10248,42
	Сверло MSD087-Nx48x97Lx9S «KORLOY»	2,58	6426,62	180	0,9	6426,26
	Зенковка Garant 20 150050	0,81	5455,52	180	0,9	5455,52
	Метчик Garant M10 130180	0,37	1356,46	180	0,9	1356,46
	Фреза FMRS1012HRD-M «KORLOY» Пластина RDKW501M0F «KORLOY»	0,28	9249,53 572,64	180	0,9	12685,37
	Комбинированный инструмент BDS Karloy	0,16	11274,56	180	0,9	11274,56
	Метчик Garant M16 130180	0,24	3956,22	180	0,9	3956,22
	Пластина TPGT080202R «KORLOY» Державка CTFPR12CA-16 «KORLOY»	0,52	668,84 7452,96	180	0,9	8121,8

## Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5	6	7
	Сверло MSD 143x70x137L-9S «KORLOY»	1,56	7865,85	180	0,9	7865,85
	Метчик Garant M16x1,5 130180	0,98	3975,52	180	0,9	3975,52
	Сверло MSD 069x40x84L-9S «KORLOY»	0,75	7156,81	180	0,9	7156,81
	Фреза FMRS1012HRD-M «KORLOY» Пластина RDKW501M0F «KORLOY»	2,25	9249,53 572.64	180	0,9	12685,37
	Пластина TPGT080202R «KORLOY» Державка CTFPR12CA-16 «KORLOY»	2,42	668,84 7452,96	180	0,9	8121,8
	Сверло MSD 143x70x137L-9S «KORLOY»	1,84	8512,46	180	0,9	8512,46
	Сверло MSD 069x40x84L-9S «KORLOY»	1,45	6985,12	120	0,9	6985,12
	Метчик M10 Garant 130180	1,58	1982	180	0,9	1982
	Пластина CNMG120408 «KORLOY» Державка CNMG2525-K09 «KORLOY»	0,99	567,45 8756,47	180	0,9	9323,92
	Фреза 1001418R «KORLOY» Пластина SDXT 09M405R-MA «KORLOY»	0,76	12457,35 487,85	180	0,9	15384,45
	Сверло MSD110x60x118L-9S «KORLOY»	0,57	7892,56	180	0,9	7892,56
	Фреза FMRS1012 HRD-M «KORLOY» Пластина RDKW0501M0F «KORLOY»	0,43	9249,53 572.64	180	0,9	12685,37
Итого						248041,12

Просуммировав данные по затратам на инструмент из таблиц 33 и 34 получим суммарные затраты на инструмент по проектируемому технологическому процессу:  $Z_{инт} = 248041,12$  руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 33.

Таблица 33 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Затраты на материал	3265,35	2278,25
Заработная плата с начислениями	2743,2	2023,77
Затраты на технологическую электроэнергию	119,5	4,77
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	20557,87	2961,68
Затраты на инструмент	275373,56	248041,37
Итого	302059,74	255309,84

#### 4.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости, которая вычисляется по формуле [28,стр. 31]:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{np}) \cdot N_{год}, \quad (50)$$

где  $C_{б}, C_{np}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Рассчитаем годовую экономию по формуле (50):

$$\mathcal{E}_{год} = (3275373,56 - 248041,37) \cdot 400 = 10932876 \text{ руб.}$$

#### 4.5. Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

*Для универсального оборудования:*

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [28,стр. 34]:

$$U_{оп} = \frac{T^i}{T} \cdot 100\%, \quad (51)$$

где  $T^i$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Произведём расчеты удельного веса операции по формуле (51) для базового варианта:

$$U_{оп305} = \frac{25}{164,1} \cdot 100 = 15,23\%.$$

Результаты по всем остальным операциям сведём в таблицу 34.

Таблица 34 – Анализ структуры технологического оборудования базового варианта

Операция	Модель станка	Штучно-калькуляционное время, мин.	Удельный вес по штучно-калькуляционному времени, %
305	654	25	15,23
315	1Б284-6	21,4	13,04
320	1Б284-6	18,3	11,15
450	TZC-32	22	13,41
455	TZC-32	29,6	18,04
465	6Н13	5,4	3,29
475	11А809Н	26,8	16,33
480	2Н55	9	5,48
490	2Н55	6,6	4,02
Итого:			100

*Доля прогрессивного оборудования:*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [28,стр.35]:

$$Y_{ПР} = \frac{C_{пр}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (52)$$

где  $C_{пр}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $C_{пр} = 1$  шт.;

$C_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $C_{\Sigma} = 1$  шт.

$$Y_{ПР} = \frac{1}{1} \cdot 100 = 100\%.$$

Определим производительность труда на программных операциях по формуле [28,стр. 35]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t} , \quad (53)$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в базовом техпроцессе по формуле (53):

$$B_B = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{1104,56} = 109,83 \text{ шт} / \text{чел.год}.$$

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе по формуле (53):

$$B_{ПР} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{376,98} = 321,83 \text{ шт} / \text{чел.год}.$$

Рост производительности труда определяется по формуле:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{ПР}} - B_{\text{Б}}}{B_{\text{Б}}} \cdot 100\%, \quad (54)$$

где  $B_{\text{ПР}}, B_{\text{Б}}$  – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

Определим производительность труда по формуле (54):

$$\Delta B = \frac{321,83 - 109,83}{109,83} \cdot 100 = 193\%.$$

Так как данное оборудование присутствует в цехе, то единовременные выплаты будут затрачиваться:

- На повышение квалификации, которое проходит в центре УПК по адресу г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт 8д., стоимость переподготовки одного рабочего составляет 40000 руб;
- На написание программы для станка с ЧПУ, которая составляет около 20000 руб;
- На формы для литья – 50000 руб ;
- И на прочие расходы – 350000 руб.

По окончанию экономических расчетов в таблице 35 представим технико-экономические показатели проекта.

Таблица 35 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск деталей	шт.	400	400	0
Количество оборудования	шт.	5	1	-4
Количество рабочих	чел.	11	2	-9
Единовременные выплаты	тыс. руб.	–	500	+500
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,47	0,87	-1,6
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	275373,56	248041,37	-27332,19
Доля прогрессивного оборудования	%	–	50	+50
Производительность труда	шт/чел. год	109,83	321,83	+212

## Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5
Рост производительности труда	%	100	293	+193
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,06	0,1	+0,04
Годовой экономический эффект	руб.	302059,74	255309,84	-46749,9
Срок окупаемости	года		3	

## ВЫВОДЫ:

При переходе на усовершенствованный технологический процесс механической обработки детали уменьшается себестоимость обработки детали, количество оборудования и рабочих обслуживающих данное оборудование, снижает затраты на электроэнергию, также и более короткий производственный цикл по сравнению с вариантом, условиями которого является применение универсального оборудования.

Можно сделать вывод, что спроектированный технологический процесс является экономически эффективным по сравнению с базовым технологическим процессом, построенным на использовании универсальных станков, и следовательно наиболее выгодным по сравнению с предыдущим вариантом.

При внедрении данного технологического процесса предполагается получение годового экономического эффекта за счет снижения текущих расходов, которые составляют порядка одного миллиона ста тысяч рублей и срок окупаемости единовременных выплат составит три года.



## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1. Обоснование методической разработки

В данной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус охладителя». Разработка технологического процесса изготовления детали ведется в направлении применения современного оборудования с числовым программным управлением, применения современного металлорежущего инструмента.

Для разработанного технологического процесса будем применять обрабатывающий центр DMU 80P. Внедрение такого центра повысит качество точности детали, уменьшит количество операций, уменьшить количество брака, также позволит справиться с задачей увеличения годового выпуска изделий.

Для работы на современном оборудовании потребовались рабочие, способные вести работу на станках с ЧПУ и в частности – операторы станков с программным управлением, наладчики станков с программным управлением и операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, поэтому будем переобучать рабочих, работающих на универсальном оборудовании.

Следовательно, в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим особенности и структуру переподготовки рабочих по профессии «Фрезеровщик» 4 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда.

Целью методической части является анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка занятия теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры с ЧПУ модели DMU 80P.

Поставленную цель мы можем решить, выполняя следующие задачи:

- Описать условия обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК;

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Проанализировать Профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработать учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработать содержание проведения учебных занятий по теме «Современные металлорежущие инструменты»;
- Разработка плана и плана-конспекта учебного занятия по теме «Современные металлорежущие инструменты»;
- Разработка методического обеспечения учебного занятия по теме «Современные металлорежущие инструменты».

5.2. Описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК

Центр УПК, расположен в г. Екатеринбурге, ул. Сибирский тракт 8д., работает на рынке образовательных услуг более 10 лет. Имеет лицензию на право ведения образовательной деятельности №17017 от 21 февраля 2013 года, выданную Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

В центре УПК ведется подготовка по профессиям механосборочного производства:

- Токарь.
- Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением.
- Оператор станков с программным управлением.

Обучение (первичное, переподготовка, повышение квалификации) по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

**Характеристика работ.** Ведение процесса обработки с пульта управления деталей на станках с программным управлением. Обслуживание многоцелевых станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и манипуляторов (роботов) для механической подачи заготовок на рабочее место. Управление

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

группой станков с программным управлением. Установка инструмента в инструментальные блоки. Подбор и установка инструментальных блоков с заменой и юстировкой инструмента. Подналадка узлов и механизмов в процессе работы.

**Сроки обучения:**

Теория - 1 месяц, практика - 2 месяца (для лиц имеющих профессию сроки могут быть сокращены).

По окончании курса обучения выдаются свидетельство об окончании, удостоверения установленного образца.

По заявкам предприятий обучение может проводиться на базе самих предприятий с выездом преподавателей на место обучения.

После прохождения теоретического обучения слушатели могут проходить практику на своем предприятии.

При необходимости Центр УПК предоставляет возможность прохождения практики на предприятиях города.

В учреждении имеются три учебных аудитории с мультимедийными проекторами. В наличии плакаты, наглядные пособия, раздаточный материал, библиотека.

Таким образом, в Центре УПК имеются достаточно обеспеченные материально условия для подготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» с учетом того, что производственное обучение ведется непосредственно на закупленном оборудовании DMU80P.

**5.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»**

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением (далее Стандарт) должен иметь:

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

- опыт практической работы - Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

В таблице 37 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 36 – Описание трудовых функций

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
		Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3

## Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 качествам	В/04.3	3
		Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/01.4	4
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4			

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

Возможные наименования должностей:

- Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации.

Требования к образованию и обучению: Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих).

Требования к опыту практической работы: Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Особые условия допуска к работе:

Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Обобщенная трудовая функция – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А и уровень квалификации -2.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

-Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам.

-Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте.

-Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях.

-Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК).

-Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.

-Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

Выберем трудовую функцию – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 37.

Таблица 37 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Код	A/06.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				
	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке				
Необходимые умения	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции				
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам				
	Необходимые знания по трудовым функциям A/01.2 – A/05.2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в центре УПК.

#### 5.4. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК

Основополагающим документом по профессиональной подготовке Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре является программа повышения квалификации.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (72 академических часа) и производственного обучения (72 часа). Всего на обучение отводится 144 часа пор учебно-тематическому плану.

В ходе обучения учащиеся изучают основы технического черчения, допуски и посадки основы материаловедения, основы электротехники электроники, основы программирования, устройство обрабатывающих центров, а также обучаются настраивать и наладивать обрабатывающий центр DMU 80P непосредственно в ходе практического обучения на предприятии.

Учебный график рассчитан на 4 часа в день с пяти часов, поскольку обучения ведется без отрыва от производства. Таким образом, срок обучения составляет 8 недель с учетом подготовки и сдачи квалификационного экзамена. Пробную работу обучаемые выполняют непосредственно на ООО «Арт-Инжиниринг».

После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 4-й разряд по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ приведен в таблице 23.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 38 - Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Наименование темы	Количество часов			Форма контроля
	Общее	Теоретическое обучение	Практическое обучений	
<i>Теоретическое обучение</i>	72	40	32	
1. Техническое черчение	10	4	6	Контрольный чертеж
2. Допуски, посадки, технические измерения, контроль точности.	6	4	2	Задание
3. Современные металлорежущие инструменты	10	6	4	Задание по выбору инструмента
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	14	8	6	Задание по разработке технологии
5. Устройство станков с ЧПУ	14	10	4	Тест
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	12	4	8	Задание по разработке УП
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	6	6	-	Тест
<i>Практическое обучение</i>	72	12	60	
Наладка обрабатывающего центра DMU 80 P	16	4	12	Задание по наладке станка
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	32	4	28	Задание по отработке УП
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	24	4	20	Задание по отработке УП
ИТОГО	144	52	92	

В таблице 39 приведено соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана.

Таблица 39 - соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана

Темы учебно-тематического плана	Требования Профессионального стандарта
<i>Теоретическое обучение</i>	
1. Техническое черчение	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
2. Допуски, посадки, технические измерения, контроль точности.	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
3. Современные металлорежущие инструменты	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
5. Устройство станков с ЧПУ	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам
<i>Практическое обучение</i>	
Наладка обрабатывающего центра DMU 80P	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам

В методической части выберем тему «Современные металлорежущие инструменты». На эту тему отводится 6 часов теоретического обучения и 4 часа практических занятий. На 2 часа теоретического обучения разработаем занятие.

#### 5.5. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Современные металлорежущие инструменты»

Цели изучения темы «Современные металлорежущие инструменты»

знания:

- сформировать систему знаний о видах , свойствах и назначении современного режущего инструмента:

- способствовать развитию умений и навыков при определении инструмента для соответствующих операций обработки деталей

- способствовать формированию умений пользоваться каталогами и справочной литературой

Критерии и норма достижения целей:

- понимание закономерностей изучаемых явлений;
- умение соотносить между собой понятия и факты, явления и сущность процессов;

- умение обосновать изложенные понятия, явления, обобщать и делать выводы;

- умение находить взаимосвязи и взаимозависимости в изучаемом материале.

Содержание темы «Современные металлорежущие инструменты»:

Качество продукции в машиностроении. Показатели качества продукции.

Основы технических возможностей современных фрез. Перспективно-тематический план приведен в таблице 41.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 40 - Перспективно-тематический план изучения темы  
«Высокоскоростной фрезерный инструмент со сменными пластинами»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6
1 (2 часа)	Фрезерный инструмент с сменными пластинками	<p><i>Образовательные:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировывать у обучающихся понятие о современном фрезерном инструменте</li> <li>- сформировать у обучающихся основные понятия о назначении маркировки пластин</li> <li>- сформировать у обучающихся основные понятия режущие сменные пластины и их виды.</li> </ul> <p><i>Воспитательные:</i> формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности к производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия;</p> <p><i>Развивающие:</i> развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать чертежи, подбирать требуемый инструмент</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация, презентации плакатов и раздаточного материала).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

Окончание таблицы 40

1	2	3	4	5
2 (2 часа)	Подбор инструмента согласно техническому заданию	<p>Образовательные</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировывать у обучающихся понятие подача скорость сила резания</li> <li>- сформировать у обучающихся основные понятия о возможностях инструмента</li> </ul> <p>Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности к производительному труду</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, возможности современного инструмента</p>	<p>Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и раздаточного материала).</p>	Учебная презентация, учебные плакаты.
3 (2 часа)	Подбор инструмента с учетом тех процесса, работ а с каталогами и справочниками	<p>Образовательные</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать у обучающихся умения ориентироваться в предлагаемой продукции</li> </ul> <p>Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, умения подбирать инструмент соответствующий режимам резания</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения</p>	<p>Словесные (беседа, рассказ) Наглядные (способность подбора державок и пластин соответствующих тех процессу)</p> <p>Практические – решение задач и выполнение контрольных заданий</p>	Учебная презентация, учебные плакаты, реальные детали, монолитные ,насадные фрезы сменные пластины ,каталоги инструмента.

## 5.6. Выбор учебного занятия и разработка плана и плана-конспекта

Для дальнейшей разработки выберем тему «Современные металлорежущие инструменты»

Цели учебного занятия:

Дидактические: ознакомить с новым материалом: сформировать у обучающихся знания и умения ориентироваться в предложенном инструменте.

Развивающие: развитие интереса к предмету, данной теме, развитие умения анализировать.

Воспитательные: формирование системы убеждений: уважительное отношение к деятельности педагога, повышение уровня самодисциплины, поддержание дисциплины в группе, повышение мотивации в обучении, основанное на аргументировании педагогом важности изучения данного предмета для будущей профессиональной деятельности студентов.

Учебно-наглядные пособия, используемые на учебном занятии: каталоги инструмента, справочник по режимам резания, плакаты с рисунками и схемами, различные фрезы и сменные пластинки.

Ход учебного занятия

I. Организационная часть (2 минуты)

Проверка присутствующих по журналу

II. Подготовка к изучению нового материала (2 минуты).

Сообщение темы и целей урока.

III. Объяснение нового материала (60 минут).

IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (22 минуты).

4.1. Дайте определения понятию «Режущий инструмент»

4.2. Перечислите, как режущая часть влияет на обрабатываемую поверхность.

4.3. С помощью каких инструментов выполняются предложенные операции?

4.4. Что влияет на шероховатость в процессе обработки?

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 4.5. Как учитывают твердость заготовки и инструмента?
- 4.6. Что важно учесть при подборе сменных пластин?
- 4.7. Перечислите виды фрез.
- 4.8. Что приходится учитывать при глубоком фрезеровании?
- 4.9. Обозначение маркировки пластин и крепление на державке
- V. Подведение итогов занятия (2 минуты).

Учащийся должен знать виды и назначение режущего инструмента, условия эксплуатации, обозначение маркировки, способы крепления и скорости оптимальной эксплуатации пластин.

Уметь пользоваться предложенными каталогами и справочной литературой

Учащийся должен уметь: определять годность изделий, проводить контрольно-измерительные операции.

VI. Домашнее задание (2 минуты)

Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекта.

Таблица 41 – План занятия

Этапы занятия, время	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
Организационная часть, 4 минуты	<p><b>I. Организационная часть (2 минуты)</b>            Проверка присутствующих по журналу</p> <p><b>II. Подготовка к изучению нового материала (2 минут).</b>            Сообщение темы и целей урока.</p>	<p>Урок начинается с вводной организационной части, проверки присутствующих по журналу, сообщения темы и целей урока,</p> <p>Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя.</p>

Продолжение таблицы 41

1	2	3
Объяснение нового материала, 60 минут	<b>III. Объяснение нового материала (60 минут).</b>	<p>Действия преподавателя: при объяснении нового учебного материала преподаватель использует словесные методы: устное изложение нового материала, беседу; использует наглядные методы: показ натуральных (инструменты, приборы, детали и узлы оборудования, образцы материалов, изделий и т.п.); изобразительных (плакаты, модели, макеты, схемы) средств наглядности.</p> <p>Действия учащихся: слушают преподавателя, конспектируют новый материал, зарисовывают схемы и рисунки, рассматривают средства наглядности, отвечают на вопросы преподавателя</p>
Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала, 22 мин	<p><b>IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (22 минуты).</b></p> <p>4.14.1. Дайте определения понятию «Режущий инструмент»</p> <p>4.2. Перечислите, как режущая часть влияет на обрабатываемую поверхность.</p> <p>4.3. С помощью каких инструментов выполняются предложенные операции?</p> <p>4.4. Что влияет на шероховатость после обработки?</p> <p>4.5. Как учитывают твердость заготовки и инструмента?</p> <p>4.6. Что важно учесть при подборе сменных пластин?</p> <p>4.7. Перечислите виды фрез.</p> <p>4.8. Что приходится учитывать при глубоком фрезеровании?</p> <p>4.9. Обозначение маркировки пластин и крепление на державке</p>	<p>Преподаватель опрашивает группу учащихся по новой теме, задает вопросы, используя вопросно-ответный метод – беседу, дает задание - решить два примера, подводит итоги о проделанной работе.</p> <p>Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя.</p> <p>Учащиеся отвечают на вопросы преподавателя, глядя на наглядные средства обучения, решают два примера.</p>



Окончание таблицы 41

	2	3
Выдача домашнего задания, 4 минуты	<p>Учащийся должен знать виды и назначение режущего инструмента, условия эксплуатации, обозначение маркировки, способы крепления и скорости оптимальной эксплуатации пластин.</p> <p>Уметь пользоваться предложенными каталогами и справочной литературой</p> <p>Учащийся должен уметь: определять годность изделий, проводить контрольно-измерительные операции.</p> <p><b>V. Подведение итогов занятия (2 минуты)</b></p> <p>VI. Домашнее задание (2 минуты)</p> <p>Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p>	<p>Преподаватель подводит итоги по пройденной теме, выдает домашнее задание: изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту. Учащиеся слушают преподавателя, записывают домашнее задание.</p>

Конспект занятия, эталоны ответов и презентация, приведены в приложении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус охладителя» в условиях среднесерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс обеспечивает экономически выгодные показатели выпуска продукции высокого качества, с применением на предприятии современного оборудования и режущего инструмента. Так же замена универсального оборудования позволила увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции. Для операции «Горизонтально-расточная с ЧПУ» была разработана управляющая программа для обработки детали.

При разработке проекта были учтены требования к материалу детали, к точности и шероховатости поверхностей.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ», учебный план и рассмотрены вопросы, связанные с повышением квалификации персонала.

Поставленные задачи выпускной квалификационной работы решены, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурлаков С.Л. Литъё в кокиль [Текст] / С.Л. Бурлаков, А.И. Вейник, Дубинин Н.П. - М.: Машиностроение. 1980. - 415 с.
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения[Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
3. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
4. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Мугинова, Л. Н. Осадчая; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
5. Каталог металлорежущего инструмента «Korloy». 2016/2017 -1121с.
6. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018-988с.
7. Каталог фрезерного инструмента Horn 2008 - 352с.
8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. унта, 2013. 137 с.
9. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Издво Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
10. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

11. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с.
12. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.
13. Общемашиностроительные нормативы времени станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
14. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.
15. Отливки стальные. Общие технические условия. ГОСТ 977-88.
16. Производственный календарь на 2018 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2018/>. Дата обращения 29.05.2018.
17. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. Дата обращения 20.05.2018.
18. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.
19. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.
20. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.
21. Сталь 35Л [Электронный ресурс] – [http://metallischekiy-portal.ru/marki\\_metallov/sto/35l](http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/sto/35l). Дата обращения 21.05.2018.
22. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).-Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

23. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. 2-е изд. 2016-352 с.

24. Техническое описание станка 1М63 [Электронный ресурс] – <http://met-all.org/oborudovanie/stanki-tokarnye/1m63-tehnicheskie-harakteristiki>. Дата обращения 14.05.2018.

25. Техническое описание станка DMG MORI CTX beta 800 TC [Электронный ресурс] – <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/turn-mill/ctx-tc/ctx-beta-800-tc>. Дата обращения 14.05.2018.

26. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

27. Центр ДПО [Электронный ресурс] <http://cdpo.zik.ru> Дата обращения 02.06.2018.

28. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст] : учеб. пособие /Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2006. - 66 с.

29. Шалунова, М.Г. Практикум по методике профессионального обучения [Текст] / М.Г. Шалунова, Н.Е. Эрганова: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995.

30. Эрганова. Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень графического материала

Название	Формат
Чертеж детали	2 лист А1
Чертеж заготовки	2 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	4 листа А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1
Технико-экономические показатели	1 лист А1

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Методическое обеспечение урока

Сплавы с MT-CVD покрытием являются наиболее производительными решениями для процесса фрезерования. Сплав M5315 предназначен для фрезерования чугунов и закаленных сталей. В свою очередь линейка сплавов M93xx является универсальной. Твердый сплав M9315 - для фрезерования с высокой скоростью резания в стабильных условиях; M9325 - более прочный сплав. Еще более прочный сплав M9340 – первый выбор для фрезерования в менее стабильных условиях и особенно хорош при обработке нержавеющей сталей.

Сплавы с PVD покрытием характеризуются высокой гибкостью. Например, 8230 и 8240 являются наиболее универсальными. Сменные режущие пластины, изготовленные из этих сплавов подходят для обработки вязких сталей, нержавеющей сталей, жаропрочных сталей, а также чугунов с высоким содержанием примесей. Сплав 8240 - первый выбор для тяжелых условий резания. Рекомендуется использовать сплав 8215 для фрезерования закаленных сталей и чугунов в стабильных условиях. Прамет вывел на рынок новую линейку M8310, M8325 и M8345, которые заменяют старые линейку сплавов для копировального фрезерования - 7010, 7025 и 7040 и другие.

Современные геометрии сменных режущих пластин предлагаются в паре с высокопроизводительными сплавами. Они носят в обозначении буквы F (тонкое и чистовое фрезерование), M (универсальное применение) и R (черновое фрезерование).

Высокое качество обработанной поверхности может быть достигнуто при установке на фрезу совместно со стандартными пластинами одной или нескольких зачистных пластин. Использование пластин Wiper наиболее целесообразно при работе с высокими значениями подачи на оборот,  $f_n$ , фрезами большого диаметра с мелким шагом зубьев и на фрезах с возможностью регулировки положения пластин.

При использовании зачистных пластин увеличение подачи возможно до 4 раз без снижения качества обработанной поверхности. Пластины Wiper могут применяться при обработке любых материалов и способны выполнять свою миссию даже в не очень благоприятных условиях резания.

- Когда подача  $f_n$  превышает 80% длины зачистной фаски на стандартной пластине,  $b_s$ , использование пластины Wiper позволит улучшить качество обработанной поверхности.
- При увеличении подачи на оборот,  $f_n$ , для фрезы большого диаметра с большим числом зубьев, необходимость использования зачистной пластины с целью поддержания качества поверхности особенно высока.
- Волнистость обработанной поверхности зависит от величины осевого биения фрезы, которое, в свою очередь, зависит от точности шпинделя, размера фрезы и точности ее регулировки. Зачистная кромка

- Большого размера будет компенсировать данное отклонение, при этом подача на оборот может оставаться в пределах 60% от длины зачистной ленточки пластины.

- Зачистная пластина выступает в осевом направлении относительно остальных на 0.05 мм при установке во фрезы с фиксированным положением пластин. Для фрез с возможностью регулировки положения режущих кромок возможна установка зачистных пластин с большей точностью. В связи с более выступающим положением пластины Wiper испытывает большие нагрузки по сравнению со стандартными пластинами, что может вызвать вибрации. Поэтому пластины Wiper

рекомендуется использовать для легкого фрезерования на умеренных скоростях и их число должно быть строго ограничено.

- С целью ограничения осевой нагрузки на кромку и минимизации риска появления вибраций, следует работать с небольшой глубиной резания, лежащей в пределах 0.8 – 1.0 мм.

- При регулировке положения зачистных пластин следует быть особо внимательным. При неправильной установке вы можете не получить положительного результата.

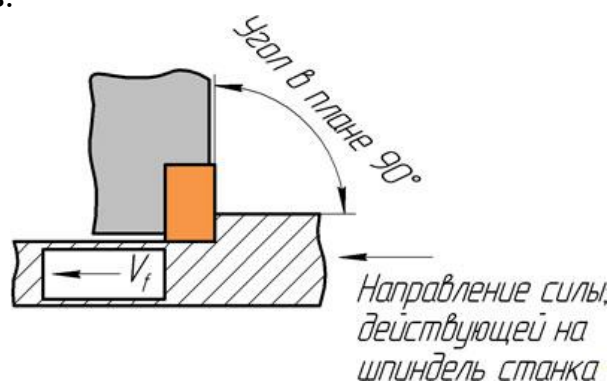
Широкое распространение получили фрезы с механическим креплением пластин из твердого сплава и других инструментальных материалов. На корпусах таких фрез имеются специальные посадочные места, в которые устанавливаются пластины. Крепление пластин к стальному корпусу, как правило, осуществляется при помощи обычных винтов. Пластины имеют несколько граней, и в случае износа одной из них существует возможность развернуть пластину «свежей» гранью. Когда изнаются все грани, то пластину можно выбросить и поставить новую. Получается очень экономичное решение, поскольку цельные твердосплавные фрезы стоят довольно дорого. Современные режущие пластины проектируются с учетом работы в различных условиях и отличаются геометрией передней поверхности.

Шаг зубьев фрезы может быть крупным, нормальным и мелким. Фрезы с различным шагом зубьев предназначены для различных условий обработки с точки зрения ее стабильности, энергозатрат и наличия склонности к вибрациям. Уменьшенное количество пластин – стандартное решение для производительной обработки при недостаточной мощности станка или низкой жесткости системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь). Фрезы с нормальным шагом универсальны для большинства операций. Мелкий шаг или максимальное число пластин на корпусе фрезы данного диаметра рекомендуется использовать для обработки при высокой жесткости системы СПИД, а также при фрезеровании материалов, дающих элементную стружку, титановых и жаропрочных сплавов.



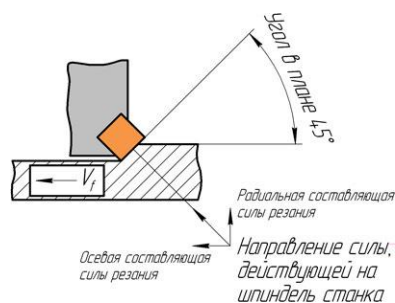
На толщину срезаемого слоя при фрезеровании влияет главный угол в плане, который измеряется между главной режущей кромкой пластины и обрабатываемой поверхностью. Уменьшение угла в плане ведет к образованию более тонкой стружки для данного диапазона подач. Уменьшение толщины стружки происходит из-за распределения одного и того же объема снимаемого металла на большей длине режущей кромки. При меньшем угле в плане режущая кромка постепенно входит в работу и выходит из нее. Это уменьшает радиальную составляющую силы резания и защищает режущую кромку от возможных поломок. С другой стороны, неблагоприятным фактором является увеличение осевой составляющей силы резания, что вызывает ухудшение шероховатости поверхности тонкостенных деталей.

При угле в плане  $90^\circ$  сила резания направлена радиально в соответствии с направлением подачи. Основная область применения таких фрез – обработка прямоугольных уступов.



При работе фрезой с углом в плане  $45^\circ$  осевые и радиальные силы резания практически одинаковы и потребляемая мощность невысока. Это фрезы универсального применения. Особенно они рекомендуются для обработки материалов, дающих элементную стружку и склонных к выкрашиванию при значительных радиальных усилиях на выходе инструмента. При врезании инструмента меньше нагрузка на режущую кромку и меньше склонность к вибрациям при закреплении в приспособлениях с небольшими усилиями зажима. Меньшая толщина срезаемого слоя при угле в плане  $45^\circ$  позволяет увеличивать минутную подачу стола, то есть повысить производительность обработки.

Фрезы с углом в плане  $10^\circ$  рекомендуются для продольного фрезерования с большими подачами и плунжерного фрезерования, когда характерны небольшие толщины стружки и высокие скоростные параметры. Преимуществом обработки такими фрезами являются низкие радиальные усилия резания. А также преобладание осевой составляющей силы резания как при радиальном, так и при осевом направлении подачи, что уменьшает склонность к вибрациям и предоставляет большие возможности для увеличения скоростей снятия материала.



У фрез с круглыми пластинами главный угол в плане меняется от 0 до 90° в зависимости от глубины резания. Эти фрезы имеют очень прочную режущую кромку и могут работать при больших подачах, поскольку образуют довольно тонкую стружку на большой длине режущей кромки. Фрезы с круглыми пластинами рекомендуется применять для обработки труднообрабатываемых материалов, таких как титан и жаропрочные сплавы. Направление сил резания меняется вдоль радиуса пластины, поэтому направление суммарной нагрузки зависит от глубины резания. Современная геометрия круглых пластин делает их более универсальными, обеспечивая стабильность процесса резания, меньшую потребляемую мощность и, соответственно, меньшие требования к жесткости оборудования. В настоящее время эти фрезы широко используются для снятия больших объемов металла.



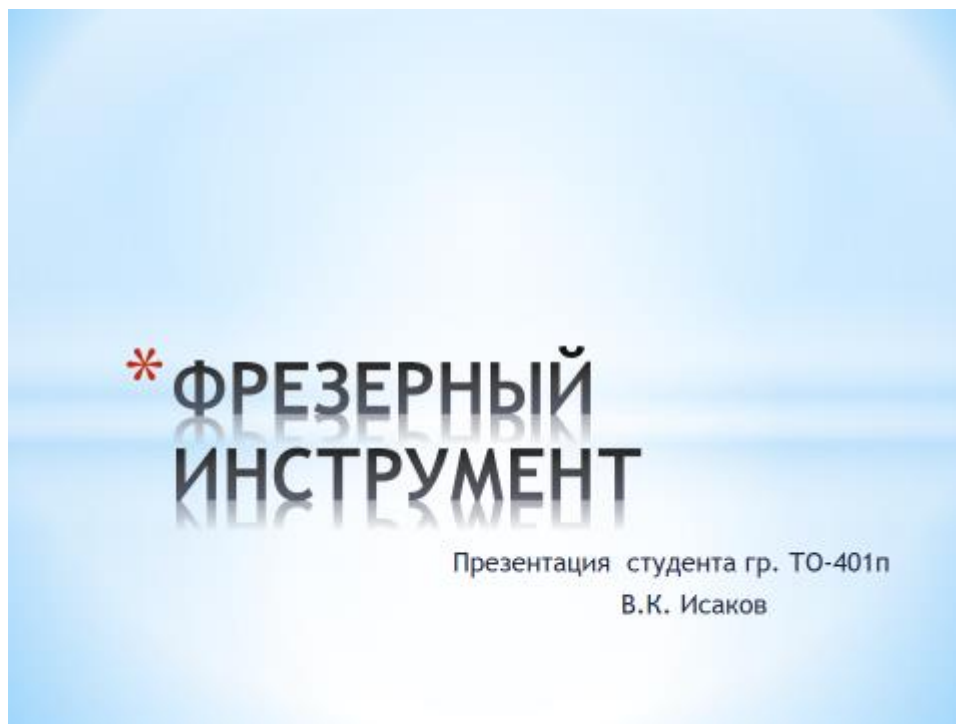
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.015.ПЗ

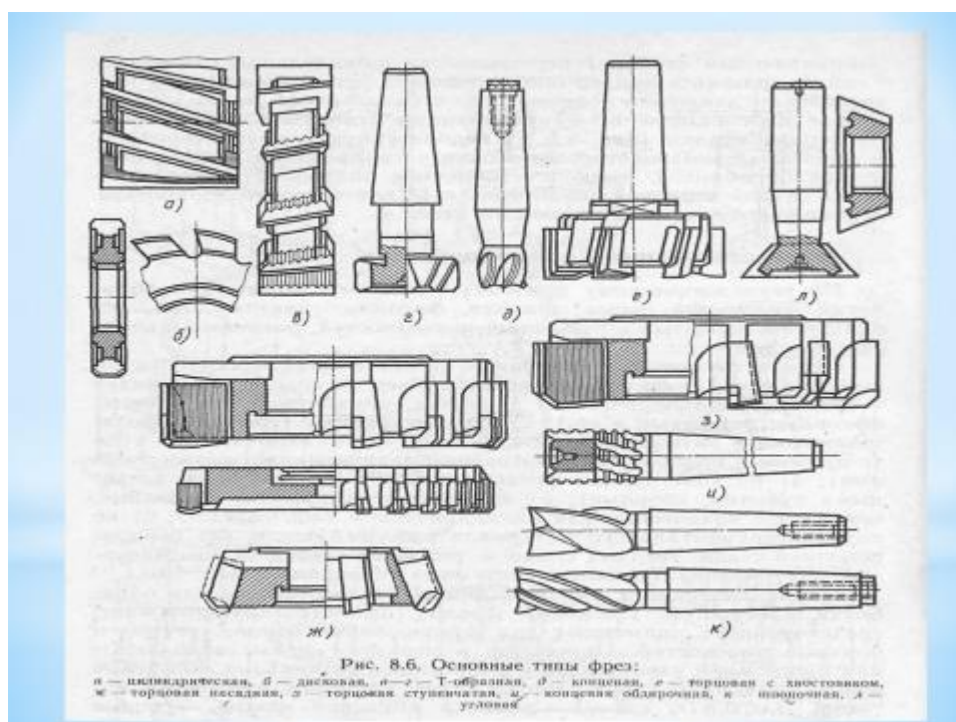
Лист

113

Слайд 1



Слайд 2



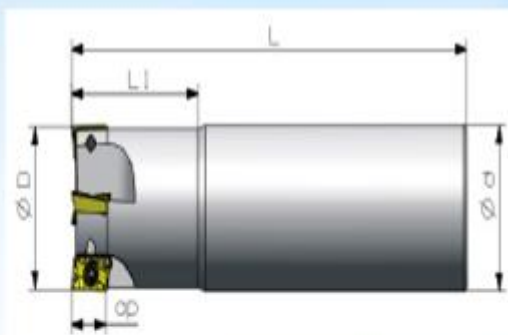
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

### Слайд 3



\* Цилиндрические f-4\_Имеется 2 разновидности данного инструмента - с зубьями прямыми и винтовыми. Фрезы в первом исполнении применяются для более простых операций, как правило, на ограниченных (узких) участках. Изделия с режущими винтовыми частями более универсальные.

### Слайд 4



Угол фрезы/пластины:	90
Диаметр фрезы:	32
Тип фрезы:	концевая
Количество зубьев:	3
Марка фрезы:	PE01
ар:	15.5
L:	125
L1:	40

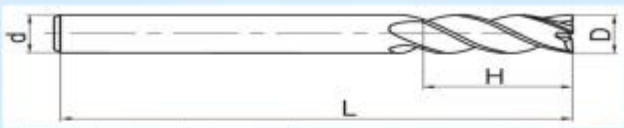
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.015.ПЗ

Лист

115

# Слайд 5



D	d	L	H	N				
16					16	92	45	0

**GE 4 X - D4.0 - 20 x 50**

Число зубьев	Диаметр	Длина рабочей части	Длина фрезы	Категория фрезы	Конструкция
4	16	20	50	OB - сферические сферы GE - торцевые сферы	L - удлиненная фреза X - удлиненная режущая часть LX - удлиненная фреза и режущая часть

Вид фрезы: **цельные твердосплавные**

Угол фрезы/пластины: **90**

Диаметр фрезы: **16**

Тип фрезы: **концевая**

Количество зубьев: **3**

Угол наклона спирали фрезы: **40**

С различными углами спирали: **с одинаковым углом**

Обрабатываемый материал: **N - цветные металлы**

Тип обработки: **общего применения**

Марка фрезы: **AE**

ød: **16**

H: **45**

L: **92**

# Слайд 6

**Фреза твердосплавная с внутренним подводом СОЖ HPC ZOX**



**Technical Data**  
инструментальный материал  
VNM  
Стратегия обработки резанием  
HPC  
Тип  
W  
ширина резания a, при операции фрезерования  
Сквозной паз с глубиной резания  $1 \times D - 0,3 \times D$  при периферийном фрезеровании  
Угол подъема спирали  
45 Grad  
Допуск для хвостовика  
h6  
Внутреннее охлаждение  
да

**Application Table**

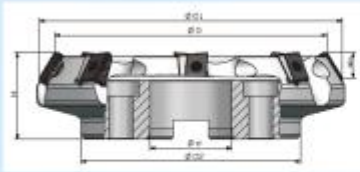
AI термопласты	AI литые > 10 % Si	Латунь, бронза			
-------------------	--------------------------	-------------------	--	--	--

## Слайд 7




Бренд: CNCM	
Вид фрезы:	со сменными пластинами
Совместимость с пластинами брендов:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZCC-CT</li> <li>• Mitsubishi</li> </ul>
Угол фрезы/пластины:	90
Диаметр фрезы:	63
Тип фрезы:	насадная
Количество зубьев:	4
Марка фрезы:	ВАР
ød:	22
H:	30
W:	10.4
T:	6.3

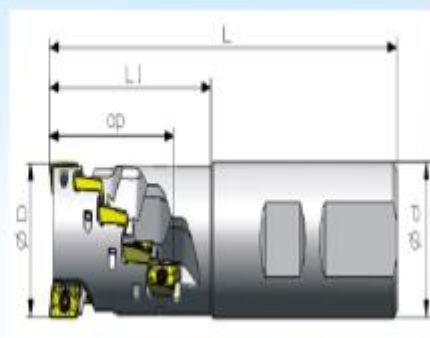
## Слайд 8




Бренд: CNCM	
Вид фрез:	со сменными пластинами
Совместимость с пластинами брендов:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZCC-CT</li> </ul>
Угол фрезы/пластины:	60
Диаметр фрезы:	250
Тип фрезы:	насадная
Количество зубьев:	10
Марка фрез:	DF02
øD1:	278
øD2:	100
ød:	60
H:	63
ør:	17
Вес фрез:	16.7



## Слайд 9



Бренд: CNCM

Вид фрезы:

Совместимость с пластинами брендов: ;

Угол фрезы/пластины:

Диаметр фрезы:

Тип фрезы:

Количество зубьев:

Марка фрезы:

ad:

ap:

L:

L1:

Вес фрезы:

со сменными пластинами

+ ZCC-CT

90

20

концевая

1

RE02

20

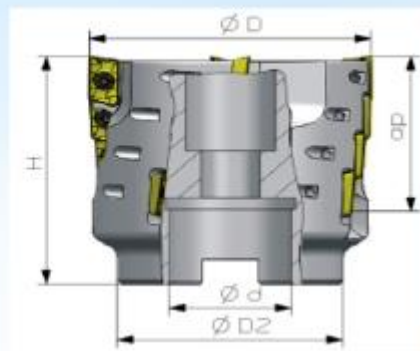
29

120

45

0.3

## Слайд 10



Бренд: CNCM

Вид фрезы

Совместимость с пластинами брендов: ;

Угол фрезы/пластины:

Диаметр фрезы:

Тип фрезы:

Количество зубьев:

Марка фрезы:

adD2:

ad:

H:

ap:

Вес фрезы:

со сменными пластинами

+ ZCC-CT

90

50

насадная

4

RE02

40

22

58

39

0.5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.015.ПЗ

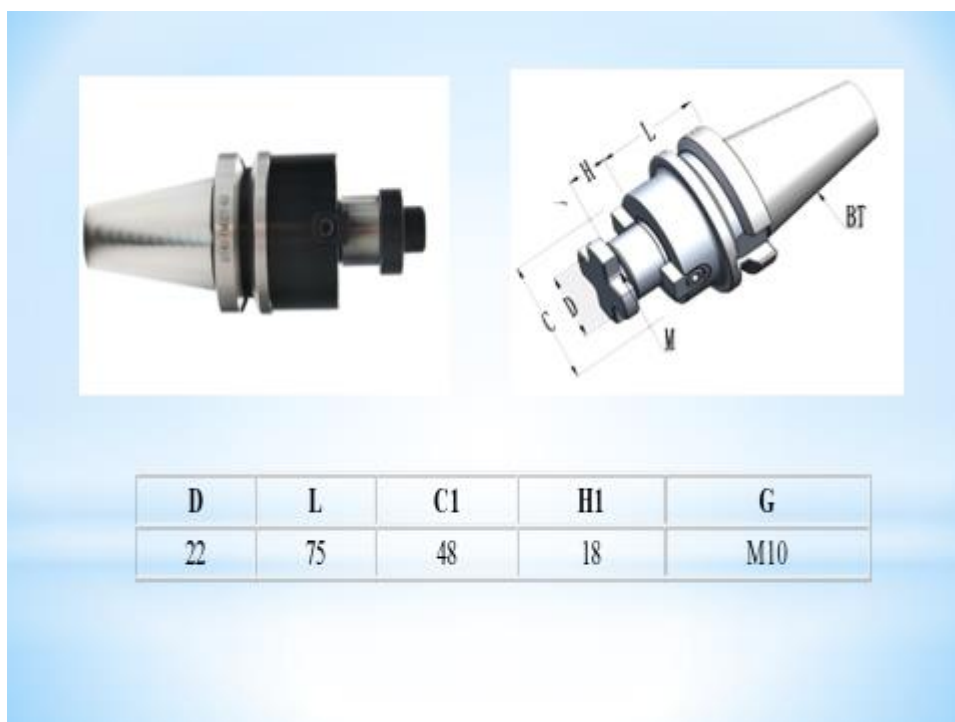
Лист

118

# Слайд 11

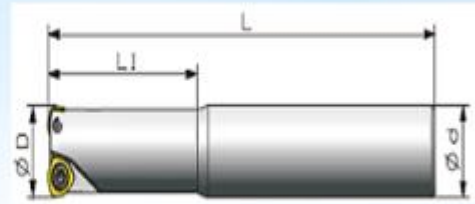


# Слайд 12





## Слайд 13



Бренд: CNCM	
Вид фрезы:	со сменными пластинами
Совместимость с пластинами брендов:	• ZCC-CT
Угол фрезы/пластины:	переменный
Диаметр фрезы:	20
Тип фрезы:	концевая
Количество зубьев:	2
Марка фрезы:	XZ.02
од:	20
L:	180
L1:	100
Вес фрезы:	0.3

## Слайд 14

### Формы пластинок




Бренд: ZCC-CT	
Вид обработки:	• M (получистовая)
Марка:	SPMT
Размер пластины:	12
Вид пластины:	твердосплавные
Тип пластины (форма):	S-квадратная
Радиус пластины:	0.8
Обрабатываемый материал:	• P (сталь) • M (нержавеющая сталь) • K (чугун)
L (мм):	9.52
S (мм):	3.97

## Слайд 15




Бренд: ZCC-CT	
Вид обработки:	• R (черновая)
Марка:	WPGT
Размер пластины:	5
Вид пластины:	твердосплавные
Тип пластины (форма):	W-тригемальная
Радиус пластины:	1.5
Обрабатываемый материал:	• P (сталь) • M (нержавеющая сталь)
S (мм):	3.5

## Слайд 16




Бренд: ZCC-CT	
Вид обработки:	• M (получистовая)
Марка:	APKT
Размер пластины:	11
Вид пластины:	твердосплавные
Тип пластины (форма):	A-прямоугольная 85°
Радиус пластины:	2.0
Обрабатываемый материал:	• P (сталь) • M (нержавеющая сталь)
L (мм):	12.24
S (мм):	3.6
d:	2.8

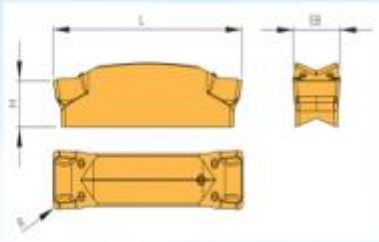
# Слайд 17


## SA35/SA40

Артикул: SA35-8008N-M1




● Покрытие: P Y R G B N  
 □ Без покрытия:



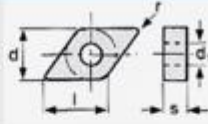

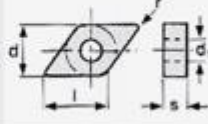

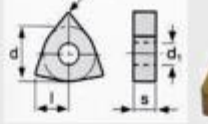

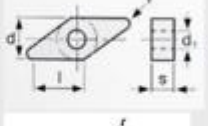



Артикул	EB	H	L	R	Сплав с покрытием
SA35-8008N-M1	8,0	8,0	35,00	0,8	AP5020
SA40-10008N-M1	10,0	8,5	40,00	0,8	AP5020

# Слайд 18



Артикул	EB	H	L	R	γ	Сплав с покрытием	Сплав без покрытия
SA35-2001L-S1-12**	2,0	7,5	35,00	0,1	12°	AM5040	
SA35-2001R-S1-12**	2,0	7,5	35,00	0,1	12°	AM5040	
SA35-2002L-M1	2,0	7,5	35,00	0,2	6°	AP5020	
SA35-2002R-M1	2,0	7,5	35,00	0,2	6°	AP5020	
SA35-2002N-F1	2,0	7,5	35,00	0,2	0°	P2220 / AP5020	
SA35-2002N-M1	2,0	7,5	35,00	0,2	0°	AP5020	
SA35-2002N-S1	2,0	7,5	35,00	0,2	0°	AM5040 / AP5020	
SA35-2002N-T1	2,0	7,5	35,00	0,2	0°	P2220 / AP5020	
SA35-3002L-S1-12**	3,0	7,5	35,00	0,2	12°	AM5040	
SA35-3002R-S1-12**	3,0	7,5	35,00	0,2	12°	AM5040	
SA35-3003L-M1	3,0	7,5	35,00	0,3	6°	P2220 / AP2240 / AP5020	
SA35-3003R-M1	3,0	7,5	35,00	0,3	6°	P2220 / AP2240 / AP5020	
SA35-3003L-S1	3,0	7,5	35,00	0,3	6°	AP5020	
SA35-3003R-S1	3,0	7,5	35,00	0,3	6°	AP5020	
SA35-3003L-T1	3,0	7,5	35,00	0,3	6°	P2220 / AP5020	
SA35-3003R-T1	3,0	7,5	35,00	0,3	6°	P2220 / AP5020	

# Слайд 19

<b>Пластина C / 80°</b> Покрытие из нитрида титана Обозначение по ISO: <b>CCMT060204</b> Для резцов 2 / 5 / 9 / 12 / 24	$l = 6,35$ $d = 6,35$ $s = 2,60$ $d1 = 2,70$ $r = 0,40$	 
<b>Пластина C / 80°</b> Покрытие из нитрида титана Обозначение по ISO: <b>CCMT009T304</b> Для резцов 27 / 28	$l = 9,50$ $d = 9,50$ $s = 4,00$ $d1 = 4,40$ $r = 0,40$	 
<b>Пластина W / 80°</b> Покрытие из нитрида титана Обозначение по ISO: <b>WCMX050308F</b> Для резцов 1 / 8	$l = 5,20$ $d = 6,50$ $s = 3,35$ $d1 = 3,15$ $r = 0,80$	 
<b>Пластина D / 55°</b> Покрытие TiN из нитрида титана Обозначение по ISO: <b>DCMT070204</b> Для резцов 3 / 4 / 10 / 11	$l = 7,30$ $d = 6,35$ $s = 2,53$ $d1 = 2,70$ $r = 0,40$	 
<b>Пластина S / 90°</b> Покрытие из нитрида титана Обозначение по ISO: <b>SCMT09T304</b> Для резцов 25 / 26	$l = 9,52$ $d = 9,52$ $s = 4,10$ $d1 = 4,35$ $r = 0,40$	 

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.015.ПЗ

Лист

123

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Фрагмент управляющей программы

```

t1 d1
m6
g0 g54 g90 g17 g94
g97 s320 f216 m3 m8
cycle71(5,12,2,0,0,0,716,120,0,10,140,1,0,216,2)
m9
g0 x200 y300 z120
t2 d1
m6
g0 g54 g90 g17 g94
g96 s130 lims=300 f0.1 m3 m8
cycle86(5,0,2,175,2, 3,0,0,5,0)
m9
g0 x200 y300 z120
t3 d1
m6
g0 g54 g90 g17 g94
g97 s1500 f0.3 m3 m8
mcall cycle83(5,0,2,-30,-10,10,0,1,0,3,2,1,1)
x110,4 y-181,3
x110,4 y-272,7
x 45,7 y-337,4
x-45,7 y-337,4
x-110,4 y -272,7
x-110,4 y-123,5
x-59,7 y -123,5
x59,7 y-123,5
x59,7 y123,5
x110,4 y181,3
x110,4 y272,7
x45,7 y 337,4
x-45,7 y337,4
x-110,4 y272,7
x-110,4 y181,3
x-59,7 y123,5
mcall
m9
g0 x200 y300 z120
t4 d1
m6
g0 g54 g90 g17
    
```

g95

g97 s1500 f0.5 m3 m8

mcall cycle82(5,0,2,-1.6,1)

x 45,7 y-337,4

x-45,7 y-337,4

x-110,4 y -272,7

x-110,4 y-123,5

x-59,7 y -123,5

x59,7 y-123,5

x59,7 y123,5

x110,4 y181,3

x110,4 y272,7

x45,7 y 337,4

x-45,7 y337,4

x-110,4 y272,7

x-110,4 y181,3

x-59,7 y123,5

mcall

m9

g0 x200 y300 z120

t5 d1

m6

g0 g54 g90 g17 g95

g97 s300 f1,5 m3 m8

mcall cycle84(5,0,2,-24,0,0,3,0,1,0,300,1,0,0,0,0,0)

x 45,7 y-337,4

x-45,7 y-337,4

x-110,4 y -272,7

x-110,4 y-123,5

x-59,7 y -123,5

x59,7 y-123,5

x59,7 y123,5

x110,4 y181,3

x110,4 y272,7

x45,7 y 337,4

x-45,7 y337,4

x-110,4 y272,7

x-110,4 y181,3

x-59,7 y123,5

mcall

m9

g0 x200 y300 z120

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						125
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

t6 d1  
 m6  
 g0 g54 g90 g17 g94  
 g97 s1200 f72 m3 m8  
 x0 y0 z5  
 g1 z-2  
 x-59  
 z2  
 m9  
 g0 x200 y300 z120  
 t7 d1  
 m6  
 g0 g54 g90 g17 g95  
 g97 s1500 f0.3 m3 m8  
 x-20,5 y0 z2  
 cycle83(5,0,2,-40,-10,10,0,1,0,3,2,1,1)  
 m9  
 g0 x200 y300 z120  
 t8 d1  
 m6  
 g0 g54 g90 g17 g95  
 g97 s300 f2 m3 m8  
 cycle84(5,0,2,-35,0,0,3,0,1,0,300,1,0,0,0,0,0)  
 m9  
 g0 x200 y300 z120  
 c90  
 t1 d1  
 m6  
 g0 g54 g90 g17 g94  
 g97 s320 f216 m3 m8  
 x0 y-163 z2  
 g1 y-163 z0  
 y163 z0  
 m9  
 g0 x200 y300 z120  
 c90  
 ...  
 m0

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						126
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.015.ПЗ	Лист
						127
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		